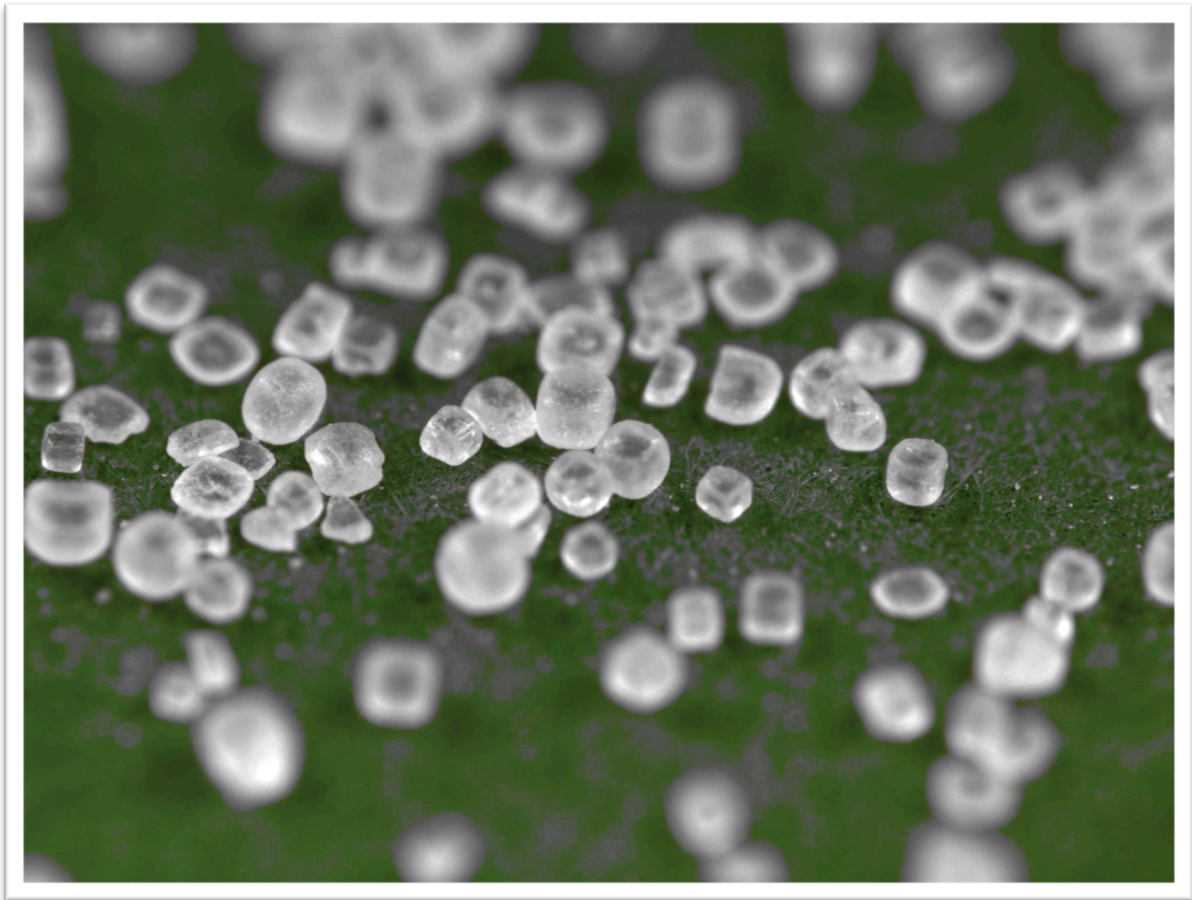


# **Saltpåverkan på lignoser – en systematisk litteratursammanställning och analys av toleranta arter**

Salt Effect on Trees and Shrubs – a Systematic Summary and Analysis of  
Tolerant Species

*Helen Sirensjö*



Självständigt arbete • 15 hp  
Trädgårdsingenjör:design - kandidatprogram  
Alnarp 2014



# **Saltpåverkan på lignoser – en systematisk litteratursammanställning och analys av toleranta arter**

Salt Effect on Trees and Shrubs – a Systematic Summary and Analysis of Tolerant Species

*Helen Sirensjö*

**Handledare:** Henrik Sjöman, SLU, Institutionen för Landskapsarkitektur, planering och förvaltning

**Examinator:** Cecilia Öxell, SLU, Institutionen för Landskapsarkitektur, planering och förvaltning

**Omfattning:** 15 hp

**Nivå och fördjupning:** G2E

**Kurstitel:** Kandidatarbete i trädgårdsdesign

**Kurskod:** EX0652

**Program/utbildning:** Trädgårdsingenjör: design - kandidatprogram

**Examen:** Trädgårdsingenjör, kandidatexamen i trädgårdsdesign

**Ämne:** Landskapsplanering

**Utgivningsort:** Alnarp

**Utgivningsmånad och -år:** januari 2014

**Omslagsbild:** Grains of salt, Kevin Dooley, 2008-07-30

**Elektronisk publicering:** <http://stud.epsilon.slu.se>

**Nyckelord:** salt, salttolerans, spraysalt, marksalt, lignoser, forskning, salttoleranta arter, tabell, mönster, urban

SLU, Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap

Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning

# Förord

---

Detta arbete har skrivits som ett kandidatarbete på 15 högskolepoäng på grundläggande nivå. Ämnet är inom landskapsplanering vid fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap.Handledare har varit Henrik Sjöman och examinator Cecilia Öxell.

Jag vill rikta ett extra tack till Henrik Sjöman som varit stor inspiratör till detta arbete.

Ett stort tack till min familj som stöttat mig under dessa år av studier. Tack Benjamin och Linnea för ert tålamod, och Daniel - utan ditt stora stöd hade inte detta gått att genomföra.

TACK!

# Sammandrag

---

Salt används i stor utsträckning på våra gator och vägar i syfte att bekämpa halka. Detta salt påverkar ofrånkomligen intilliggande lignoser och därmed är det intressant att veta hur de påverkas och vilka som kan anses vara mer salttoleranta än andra. Detta för att underlätta vid utformningen av vägnätsmiljön och urbana miljöer. Olika forskarrapporter skriver om ämnet. Detta kandidatarbete gör en sammanställning av elva sådana rapporter för att kartlägga eventuella mönster. Tre frågor ställs: Finns det något gemensamt bland de lignosarter som nämns i litteraturen som toleranta för saltpåverkan? Vilka lignoser beskrivs i litteraturen avseende salttolerans respektive saltkänsliga? Hur är respektive forskning kring lignoser och saltpåverkan utförd och hur presenteras den i litteraturen? Litteraturstudien visar att det inte finns några gemensamma faktorer utan de består av flera delfaktorer hos olika arter:

- Skyddande knopphölje och knoppdvalans början och slut.
- Möjligheten till bättre ljusabsorbering vid ökad salthalt.
- Effektiv vattenhantering.
- Hantering av saltjoner i växten.
- Åldern hos lignosarterna.

För att identifiera fler lignoser som salttoleranta kan det vara av intresse att undersöka dessa faktorer på fler arter. Vidare har en uppdaterad sammanställning utförts för arter som i facklitteratur och forskningsrapporter beskrivs som toleranta, måttligt toleranta eller känsliga för saltpåverkan. Sammanställningen redovisas i tabellform.

# Abstract

---

Salt is used extensively on our streets and roads in order to prevent slip. This salt affects inevitably adjacent trees and shrubs and therefore it is interesting to know how they are affected and which ones can be considered to be more salt tolerant than others. This is to facilitate the design of the road network environment and urban environments. Various research reports writes about the topic. In this essay a compilation of eleven such reports is performed for identifying any patterns. Three questions are asked: Is there anything in common among the trees and shrubs mentioned in the literature as tolerant of salt influences? Which tree and shrub are described in the literature as salt tolerant respective salt sensitive? How is respective research about salt effects on trees and shrubs performed and how are they presented in the literature? The literature shows that there are no common factors, but they consist of several contributory factors in different species:

- o Protective bud scales and dormant buds beginning and end.
- o The ability to better light absorption at increased salinity.
- o Efficient water management.
- o Management of salt ions in the plant.
- o The age of trees and shrubs.

To identify more trees and shrubs as salt tolerant, it may be of interest to examine these factors in more species. Further on an updated compilation is performed for species in the literature and research papers regarding being tolerant, moderately tolerant or sensitive to salt effects. The summary is presented in a table.

# Innehållsförteckning

---

1. Inledning.....	1
1.1 Bakgrund.....	1
1.2 Syfte och mål .....	1
1.3 Frågeställning .....	1
2. Metod och material.....	2
2.1 Avgränsningar .....	2
3. Introduktion: salt och dess påverkan.....	3
3.1 Salt .....	3
3.2 Spraysalt.....	4
3.3 Marksalt.....	4
3.4 Salttolerans .....	5
4. Litteratursammanställning.....	7
4.1 Forskning kring aerosolapplicerad salt.....	7
4.2 Forskning kring marksalt .....	9
4.2.1 Lövfällande <i>lignoser</i> .....	9
4.2.2 <i>Barrväxter</i> .....	10
4.3 Applicering av ektomykorrhiza (ECM) .....	11
4.4 Sammanställning av respektive forsknings utförande .....	12
4.5 Sammanställning av <i>lignosers</i> salttolerans i respektive forskning .....	12
4.6 <i>Lignosers</i> salttolerans i facklitteratur .....	14
4.7 Sammanställning av <i>lignosers</i> salttolerans från facklitteratur och vetenskapliga artiklar .....	15
5. Analys av eventuella mönster bland <i>lignoser</i> i forskarrapporten och facklitteraturen.....	22
5.1 Knoppvila.....	22
5.2 Ljusabsorbering .....	22
5.3 Effektivitet.....	23
5.4 Tröskel .....	23
5.5 Ålder.....	24
6. Diskussion och slutsats.....	25
6.1 Slutsats.....	26
7. Referenser.....	28
8. Bilaga.....	30
Bilaga 1 .....	30

---

# 1. Inledning

---

## 1.1 Bakgrund

Idag finns det en stor mängd litteratur som beskriver olika träd och buskars tolerans för saltpåverkan. Detta har stor betydelse för deras användning i urbana miljöer, där man idag använder salt i halkbekämpningen vintertid vilket också påverkar de intilliggande planteringarna.

Med utgångspunkt från dessa beskrivningar om arters salttolerans är det möjligt att genomföra ytterligare analyser för att se eventuella mönster bland de arter som omnämns som toleranta eller extra känsliga. Detta har betydelse för att kunna finna fler arter som är toleranta och därmed användbara för miljöer med stark saltpåverkan.

## 1.2 Syfte och mål

Syftet med denna rapport är att göra en uppdaterad sammanställning kring arter som beskrivs som toleranta eller känsliga för saltpåverkan, och därefter analysera eventuella mönster. Rapporten har som övergripande syfte att identifiera eventuella framtida forskningsinriktningar med fokus på växtanvändning i saltpåverkade miljöer.

Ett mål är att hitta eventuella gemensamma faktorer som gör lignoser mer eller mindre salttoleranta. Ett ytterligare mål är att redovisa vilka lignoser som är lämpliga för platser med saltpåverkan.

## 1.3 Frågeställning

Huvudfråga:

- Finns det något gemensamt bland de lignosarter som nämns i litteraturen som toleranta för saltpåverkan?

Delfrågor:

- Vilka lignoser beskrivs i litteraturen avseende salttolerans respektive saltkänsliga?
- Hur är respektive forskning kring lignoser och saltpåverkan utförd och hur presenteras den i litteraturen?



## 2. Metod och material

---

Rapporten inleds med en introduktion i ämnet med en beskrivning av saltets påverkan på lignoser. Detta för att kunna ge läsaren en bakgrund och en möjlighet att förstå de efterföljande delarna i arbetet. Följande del är en presentation av forskarrapporter som behandlar ämnen kring olika arters salttolerans respektive känslighet för salt. I denna del redovisas en sammanställning av respektive forskningsmetoder.

En sammanställning kring arters toleranta, måttligt toleranta och känslighet för salt presenteras. Denna delas upp i två sektioner – spraysalt och marksalt. Utifrån forskningsrapporterna och facklitteraturen görs en analys där det undersöks om det finns eventuella mönster eller faktorer som är gemensamma för de olika lignoserna. I denna mer kvalitativa analys identifieras eventuella mönster kring de beskrivna arterna. Där sker även en undersökning av hur de rekommendationer och slutsatser som presenteras har utvecklats för att ytterligare kunna ifrågasätta den information som framkommit i litteraturstudien.

Den populärvetenskapliga litteraturen inkluderas i litteraturstudien innefattar plantskolekataloger, faktablad, litteratur kring trädanvändning i urbana miljöer, samt dendrologisk och taxonomisk litteratur.

I sökning bland vetenskapliga publikationer används databasen SCOPUS. De sökalternativ som initialt används är 1) Urban trees And Deicing, 2) Trees AND deicing stress. Utifrån de träffar som dessa sökningar ger presenteras ytterligare studier i ämnet som referenser bland de studier som framkommer i sökningen.

### 2.1 Avgränsningar

Rapporten bygger på litteratur skriven på engelska, svenska, norska och danska. Litteraturen begränsar sig till vetenskapliga artiklar, populärvetenskapliga publiceringar såsom böcker, bokkapitel, faktablad etc. Även plantskolekataloger och annan dendrologisk litteratur är inkluderade. Studien omfattar endast lignoser (träd och buskar), både exoter och inhemska.

## 3. Introduktion: salt och dess påverkan

---

I detta kapitel behandlas ämnet salt och dess påverkan på lignoser. När används salt - var finns salt - hur sprids salt - hur påverkar salt - vad behöver växter göra för att stå emot salt?

### 3.1 Salt

Natriumklorid (NaCl) är det ämne som används oftast i halkbekämpning på våra vägnät under vintern. Det är ett billigt alternativ och ger önskad effekt som att förbättra trafikflödet på vägarna (Sieghardt et al. 2005). När natriumkloriden bryts upp bildas  $\text{Na}^+$  (natriumkatjoner) som är en positiv jon och  $\text{Cl}^-$  (kloridanjoner) som är en negativ jon. Natriumklorid betecknas vanligtvis som salt (Randrup & Pedersen 1998). Vägsaltet (NaCl) är en allvarlig stressfaktor för både träd och buskar längs våra vägnät. Det finns andra alternativ men dessa är antingen betydligt dyrare eller inte effektiva nog (Tvedt et al. 2001). Salt har en hög löslighet och når omkringliggande mark och växter via aerosol, ytavrinning, spray och plogning av snö (Sieghardt et al. 2005).

Saltet infiltreras ner i jorden och kan stanna kvar länge i alven och i vattnet efter halkbekämpningen. Den passerar rotsystem och når slutligen till grundvattnet och till akviferen (Sieghardt et al. 2005 s. 304). Då saltet kan stanna kvar under lång tid i jorden kan detta leda till sämre fysiska, kemiska och biologiska egenskaper (Dai et al. 2012). Vid högre värden av saltjonerna  $\text{Na}^+$  och  $\text{Cl}^-$  i jorden, blir det en högre ansamling i växten. Studien som Czerniawska-Kusza, Kusza och Duzynski (2004) gjort visar att nivån på saltinnehåll och konditionen på träd vid vägkant har ett tydligt samband.

Träd i vägmiljö som påverkas av saltning visar symptom som minskad biomassa, kloros och nekros och i extrema fall förstörs hela växten. De första symptomen på växterna upptäcks på våren, en ljus kloros på bladkanten, som sprids in mot mitten (Czerniawska-Kusza, Kusza & Duzynski 2004). Saltpåverkan ökar känsligheten för torka och frost men även för skadedjursangrepp och för sjukdomar (Sieghardt et al. 2005 s. 306). Det finns även andra faktorer som måste räknas in, mikroklimatet, plats, kondition på växten, art, sort och ålder som spelar roll kring hur de påverkas av salt (Czerniawska-Kusza, Kusza & Duzynski 2004).

Responsten på saltet skiljer sig något på lövfällande och vintergröna träd och buskar enligt Sieghardt et al. (2005) samt på vilket sätt de påverkas – via jorden (marksalt) eller via spray (spraysalt). Vidare menar Sieghardt et al. (2005) att saltkänsligheten bland arterna är varierande då de båda saltjonerna upptas olika mycket bland träd. Salttoleransen verkar vara relaterad till vilken utsträckning intaget av natrium och klorid är, och i vilken utsträckning de behålls i rötterna och stjälkarna (Sieghardt et al. 2005 ss. 304-306).

### 3.2 Spraysalt

Aerosol driver in med saltladdade vattendroppar som landar på träden och buskarna. När dropparna evaporerar kan  $\text{Na}^+$  och  $\text{Cl}^-$  penetrera in i växten och ge en direkt skada på stjälk, knoppar och blad. Saltstänk syns på de växter som finns vid havet, nära gångvägar och vägar där saltning mot is används (Appleton et al. 2009). Vid en studie av Blomqvist och Johnsson (1999) visades det att 20-63% av det salt som spreds på vägarna spreds via luften 2 till 40 meter från vägkanten. Beroende på väderlek spreds saltet olika. Vid snöfall blev det en högre frekvens av plogning och skvätt av vägsalt. Vid en väg med hastighetsgräns av 80-100 km/h hamnade 90 % av det salt som avsattes inom 20 m avstånd från vägkanten (Blomqvist & Johansson 1999 s 167). Vid snöfall sprids inte saltet lika långt som vid en våt körbana (Dragsted 1980 se Blomqvist & Johansson 1999 s. 166).

Vid platser där vägsalt används finns en tydlig påverkan av saltstänk på den ytan av växten som exponeras mot vägen. Symptomen kan vara vanställda bladverk, reducerad tillväxt och döda växter. På lövfällande träd och buskar visar det sig i döda knoppar och grendöd (Appleton et al. 2009). Men direktkontakt av spraysalt är mindre förödande på lövfällande träd då de befinner sig i dvala vintertid, men om vägsaltning är nödvändig under senvintern eller under tidig vår blir problemen värre. På barrväxter är ett vanligt symptom att barrspetsar blir brännskadade och en början till nekros, medan knopparna är väl skyddade om avrinningen är normal. Saltstänk bildar en skorpa på växtens yta och sköljs sedan ner till markytan. Detta medför istället saltstress i marken (Sieghardt et al. 2005 s. 306).

### 3.3 Marksalt

Enligt Tvedt et al. (2001) är det marksalt som skadar växten mest. Höga värden av lösligt salt i jorden påverkar jordstrukturen som sedan resulterar i kompakterad jord. Detta problem uppstår speciellt i lerjord då saltet binds till lerjorden och får den att svälla. Detta reducerar porutrymmet mellan jordpartiklarna och minskar möjligheten för vatten och syre att infiltrera ner i jorden. Resultatet blir att tillgängligt vatten och syre minskar i jorden. När saltmängden i jorden ökar har växten svårt att få vatten att passera in i roten. Är saltmängden tillräckligt hög kan det torka ut rötterna genom att dra ut vatten från rötterna och skapa omvänd osmos (Appleton et al. 2009). Yngre rötter kan förlora vatten till jordlösningen med högt saltinnehåll och då kollapsar rotcellerna och rothårens liv förkortas (Sieghardt et al. 2005 s. 304).

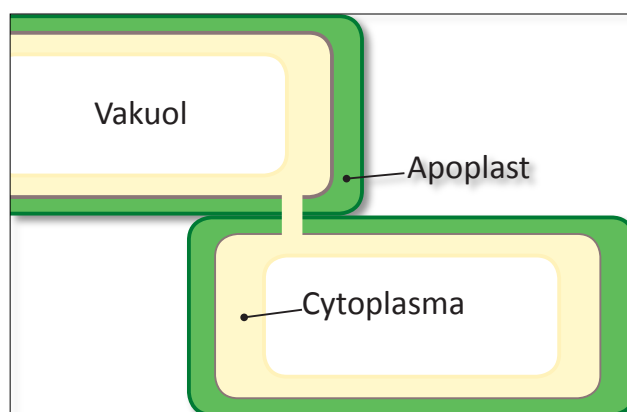
Skadorna som syns på lövfällande och vintergröna träd och buskar vid saltpåverkad jord är bl. a. blad som släpps i förtid, knoppar som inte lyckas utvecklas och grenar som kan dö. Lövfällande träd kan få tidig höstfärgning och tappa löven. På barrträd syns skadan som bruna spetsar på barrspetsarna och som förflyttar sig mot basen om saltpåverkan ökar. Saltpåverkan på vintergröna träd och buskar börja uppträda under senvinter och tidig vår och blir mer omfattande under växtsäsongen och då särskilt vid perioder av varmt och torrt väder. Vid extrema fall kan växten dö på grund av marksalt. Ha i åtanke att dessa signaler även kan bero på andra aspekter som rotskador, sjukdomar, torka (Appleton et al. 2009) vilket gör bedömningen av just saltskador svår.

### 3.4 Salttolerans

Resistens mot saltskador på växter är antingen tolerant eller undvikande. Bland trädarterna verkar en viktig mekanism vara att utesluta Na- och Cl-joner, så att dessa inte tas upp av rötterna, eller att förhindra att jonerna når känsliga delar i träden (Allen et al. 1994 se Sæbø, Benedikzb & Randrup 2003). Tolerans för salt är troligen en ärvd egenskap och denna mekanism verkar kunna kopplas till torktolerans, effektiv vattenanvändning och kyla (Winicov 1998 se Sæbø, Benedikzb & Randrup 2003).

Det är mer meningsfullt att fysiologiska och biokemiska indikatorer för individuella arter bestäms snarare än allmänna indikatorer. I de växter där uteslutning av salt är den största mekanismen för salttolerans hålls saltet borta från meristemet, särskilt i skotten och från bladen som har aktiv tillväxt och fotosyntetiserar. I dessa växter måste lagringen av organisk lösning/oorganiska joner öka för att inte någon jonkoncentration skall bli för hög. Detta för att bibehålla osmotisk balans, till skillnad från i de växter som integrerar saltet och lagrar dessa i organen, vävnaden eller i cellnivå utan att turgon i bladen minskar (Greenway & Munns 1980 se Ashraf 2004). Växter med en hög kapacitet till osmotisk justering genom att utesluta giftiga joner från cell och vävnad och ansamla låg molekylvikt organisk osmos visar på en förbättrad tolerans för saltstress bland grödor (Ashraf 2004).

När saltlösningen väl når bladen finns det två mekanismer som kan utesluta salt i cytoplasma. Saltjonerna kan byggas upp i apoplasten, eller bli isolerade i vakuolen (se figur 1). Ackumulation av salt i apoplasten kommer att öka osmosens gradient mellan insidan och utsidan av cellen. För att lyckas med termodynamisk jämvikt måste vatten från cellens insida förflytta sig ut från cellen till de intracellulära utrymmet (utrymmet mellan cellerna). Detta leder gradvis till uttorkning som slutligen slutar med celldöd. Växtanpassning till salt kräver att det finns kapacitet i vakuolen som håller jämna steg med leveranstakten av saltjoner (Volkmar, Hu & Steppuhn 1998).



Figur 1. Schematisk bild på celler: Illustration Helen Sirensjö 2014-01-05

Saltkänsligheten varierar bland arterna och även inom arterna. Saltjonerna tas upp i varierande kvoter och företrädelsetvis tas  $\text{Cl}^-$ -anjonen upp. Salttolerans hos träd verka relateras till vilken grad  $\text{Na}^+$ - och  $\text{Cl}^-$ -intaget är på och i vilken utsträckning de hålls kvar i rot och skott. Till vilken grad jonerna ansamlas varierar mycket mellan arterna. *Acer*, *Tilia*, *Fraxinus*, *Hippocastanum* och *Prunus* är träd som ansamlar  $\text{Cl}^-$ , medan *Platanus*, *Robinia* och *Juglans* har ett lägre  $\text{Cl}^-$ -innehåll i bladen. *Betula*, *Celtis occidentalis* och *Quercus* förhindrar både  $\text{Na}^+$ - och  $\text{Cl}^-$ -jonerna att flyttas in i bladen. Taxa som kommer från ett varmt och torrt klimat (*Platanus*, *Celtis*, *Quercus*, *Robinia*) är mer salt- och torktåliga. Arter som kan utesluta  $\text{Cl}^-$  är möjliga salttoleranta arter (Dobson 1991 se Sieghardt et al. 2005 s 304).  $\text{Na}^+$  överförs bara till bladen vid höga koncentrationer i marklösningen. Med höga nivåer i vävnaden kan  $\text{Na}^+$  skapa obalans bland katjonerna, t ex konkurrerar den med K.  $\text{Na}^+$ -innehåll i bladen är jämförbart med nivån av synliga saltskador. Träd med ökat  $\text{Cl}^-$ -intag ökar även upptaget av K men även Mg, Ca och  $\text{Na}^+$  och ökar då på så sätt katjonkoncentrationen. Ett dominant mönster hos saltkänsliga arter är jonförändringen pga saltstress och detta leder till okontrollerad transpiration (Trockner & Albert 1986 se Sieghardt et al. 2005).  $\text{Cl}^-$  är mobilt medan  $\text{Na}^+$  kan byta plats med näringsämnen K, Ca, Mg,  $\text{NH}_4$  och näring för träden förloras (Mekdaschi et al. 1988 se Sieghardt et al. 2005).

## 4. Litteratursammanställning

---

I denna del presenteras forskarrapporter som behandlar ämnet lignoser som studerats angående salttolerans. Rapporterna beskrivs var för sig i separata stycken, men är indelade i hur saltet har applicerats och om de är löv- eller barrväxter. Därefter följer en förklarad sammanställning av respektive forsknings utförande och bedömd salttolerans hos lignoser i forskningsrapporterna. Kapitlet avslutas med en beskrivning av facklitteraturens sammanställning av salttoleranta lignoser som sammanställs i separat tabell där olika lignosers salttolerans indelas.

### 4.1 Forskning kring aerosolapplicerad salt

Exponeringen av salta vindar har olika effekter på träd under olika steg i utvecklingscykeln. I tempererat klimat växlar växterna från vilande till aktiverade. Möjligheten att hantera olika stressfulla händelser beror mer på när i utvecklingscykeln det sker och inte så mycket av hur stor exponering det är (e.g., Weiser 1970; Stushnoff och Junttila 1986; Tsarouhas et al. 2001 se Jonsson 2006).

Denna hypotes stöds av studien som Jonsson (2006) gjorde under sex års tid på Island. Den gjordes på *Populus trichocarpa* där primordialblad (bladanlag) i den vegeterande knoppen undersöktes. Den fenologiska statusen som knoppuppsättning, knoppdvalans start och slut och knoppsprickning studerades genom att mäta blad- och knoppplängd, torrmasa, vattenhalt och kloridkoncentrationen.

Träden satte sina knoppar i juli och primordialbladen slutade att växa runt september. Tillväxt av de vegeterande knopparna påbörjades sedan i februari och mars medan knoppsprickningen började först i april/maj (två månader senare). Tre händelser uppstod samtidigt när knoppvilan bröts i februari/mars. Bladlängdstillväxten började, kloridkoncentrationen ökade i primordialblad och primordialbladen började hydratisera. Den följande knoppsprickningen påverkade tillväxt och hydratiseringen av primordialblad negativt relaterat till kloridkoncentrationen. Innan knoppvilan bröts låg kloridkoncentrationen stabilt från december till februari även om de vegeterande knopparna var utsatta för stora mängder av salt aerosol. Detta kunde möjligen bero på att de vilande knopparna av poppel är ogenomträngliga då knoppens utsida består av flertalet överlappande knoppskal som är ihoplimmade av balsam, och en inre barriär som effektivt hindrar saltlösningen att ta sig in i de vilande primordialbladen. På så sätt kan primordialblad effektivt isoleras från salt som kommer via luften. Denna barriär var inte klar förrän efter november då det

kunde utläsas att klorid fortfarande tog sig in i primordialblad den månaden. Skotten som är exponerade för aerosol under vilosäsongen bildar ansamlingar av salt vid noden (området under knoppbasen). När sedermera primordialblad börja växa får det en direkt vaskulär kontakt med de närmsta kärldrängarna genom parenkymvävnaden precis under knoppen. Detta kan troligen förklara den ökning av klorid som blev efter att vilan upphörde i knoppen (Jonsson 2006).

Genom att applicera saltlösning på olika delar av fyra valda träddarter kunde Paludan-Müller et al. (2002) utröna skillnader på skadorna beroende på var saltlösningen applicerades och kunde tolka olika salttolerans hos arterna. Arterna som utsågs till försöken är vanliga i trafikmiljöer i Danmark, *Acer pseudoplatanus*, *Fagus sylvatica*, *Aesculus hippocastanum* och *Tilia cordata*. Appliceringen av en lösning av natriumklorid (NaCl) gjordes på bark, knopp, bladärr och odlingssubstrat. Det visade sig att applicerad saltlösning på barken hade stor inverkan på träden. Knoppsprickning fördröjdes både hos *A. pseudoplatanus* och *F. sylvatica* med åtta dagar medan *A. hippocastanum* inte påverkades. *T. cordata* var försenad med 6, 5 och 4 dagar vid applicering vid respektive bark, bladärr och knopp. *T. cordata* visade sig vara känslig även för saltlösning i substratet där resultatet blev en minskning med 50 % av den totala bladarean och en reducering av fotosyntesen med lika mycket. *F. sylvatica* hade liknande siffror medan *A. pseudoplatanus* och *A. hippocastanum* hade en mindre skadepåverkan. Cl<sup>-</sup>-innehållet i bladen visade sig vara liknande mellan arterna även om skadeprocenten skiljde sig markant. Vid applicering i substratet kunde det konstateras signifikanta skillnader i Cl<sup>-</sup>-innehållet i bladen jämfört med kontrollplantorna. Skillnaden på skadeeffekterna, gällande saltlösningens appliceringställe, visade sig att en senare knoppsprickning blev tydligt för alla träden vid applicering på stam medan skador som sämre fotosyntes och kloros/nekros på bladen blev tydligare vid applicering i substratet.

I släktet *Acer* upptäckte Percival, Fraser och Oxenham (2003) att responsen på salthalt skilde sig mellan olika genotyper. Studien utfördes i Skottland där 30 olika genotyper av lönn testades för att se om skillnader dem emellan existerade och om det gick att identifiera skillnaden i bladsalttolerans inom släktet. Blad samlades in för att sedan sänkas ner i olika saltlösningar som innehöll olika koncentrationer. *Acer cappadocicum* 'Rubrum', *Acer cappadocicum* 'Aureum', *Acer capillipes* och *Acer cissifolium* rankades som de genotyper som klarade saltstressen bäst då det fanns en ökad fotosyntetisk effektivitet hos dessa (Percival, Fraser & Oxenham 2003) och detta har i andra studier med andra arter visat sig vara associerat till salttolerans (Levitt 1980 se Percival, Fraser & Oxenham 2003). Detta skulle enligt rapportens författare innebära att dessa fyra genotyper passar bra vid platser där de är utsatta för saltexponering. *Acer campestre* var den genotyp som hade sämst värde och anses klara saltstress sämst enligt Percival, Fraser & Oxenham (2003).

Sju vanliga trädslag i urbana miljöer i Storbritannien är *Acer campestre*, *Betula pendula*, *Ilex aquifolium*, *Juglans regia*, *Quercus ilex*, *Prunus avium* och *Sorbus aucuparia*. Dessa sju arter visade sig inte ha några större skillnader när det gäller salttolerans i Percivals och Hendersons (2012) studie. Undersökningen gällande känsligheten för salt på bladen och dess återhämtning skulle enligt författarna kunna vara en överlägsen indikator på salttolerans. Inledningsvis i försöket reducerades träden generellt i tillväxt av höjd, stamomfång, bladstorlek och omkrets. Även en minskning av grenar och bladantal noterades och skottens och rotens torrsvikt minskade. Vid återhämtning visade inte arterna någon större inbördes skillnad. Hos arterna *B. pendula*, *I. aquifolium* och *Q. ilex* uppvisades en större ljusabsorbering och detta skulle kunna vara en respons som kompenserar vid saltskador på bladen som har påverkat bladfotosyntesen enligt Percival och Henderson (2012). Bättre ljusabsorbering och efterföljande infångning är möjligen en överlevnadsrespons för att kompensera skadorna på bladfotosyntesen på grund av saltskador (Percival & Henderson 2012). Enligt författarna skulle dessa sju arter kunna hantera områden med saltaerosol som vid kustområden (Percival & Henderson 2012).

## 4.2 Forskning kring marksalt

### 4.2.1 Lövfällande lignoser

I en studie som gjordes av Dmuchowski et al. (2013) användes fem vanliga förekommande stadsträd i Polen. Vid mätning av koncentrationen av  $\text{Cl}^-$  och  $\text{Na}^+$  i bladen visade det sig att tröskeln för saltskador kontra innehållet av saltjoner i bladen varierar hos arterna *Gleditsia triacanthos*, *Platanus x hispanica*, *Quercus rubra*, *Robinia pseudoacacia* 'Umbraculifera' och *Tilia x europaea* 'Euchlora'. *P. x hispanica* innehöll en högre koncentration av saltjoner i bladen än *T. x 'Euchlora'* men uppvisade inga tecken på skador medan *T. x 'Euchlora'* uppvisade däremot relativt stora skador på bladen. De övriga tre arterna visade inga skador och *Q. rubra* hade dessutom väldigt låg koncentration av saltjoner i bladen. Dmuchowski et al. (2013) bekräftar nyttan av att använda följande lignoser i gatuplanteringar i stadsmiljö: *Platanus x hispanica*, *Robinia pseudoacacia* 'Umbraculifera', *Gleditsia triacanthos* samt *Quercus rubra* medan *Tilia x europaea* 'Euchlora' anges ha hög känslighet och bör undvikas.

Hanslin (2011) tittade bl. a på om olika substrat påverkar saltkoncentrationen i trädens blad. *Pinus sylvestris* och *Acer platanoides* visade sig reagera olika på ökad saltmängd i substraten, dock visar det sig att substratets karaktär spelade



en mindre viktig roll. Vid mätning av rottillväxt visade det sig att den påverkades negativt vid ökad saltkoncentration och upp till 50 % mindre rottillväxt i båda arterna noterades. Detta påverkar möjligheten att ta upp vatten och näringsämnen i långa loppet.

Både bladmassa och stamomfång ökade i *A. platanoides* medan hos *P. sylvestris* var det en negativ effekt vid ökad salthalt. I de övriga studerade arterna, *Betula pendula*, *Quercus robur* och *Tilia cordata* påverkades bladens biomassa till det sämre. *T. cordata* och *A. platanoides* visade sig ha höga värden av saltjoner i bladen medan de övriga hade en lägre koncentration. När saltjonernas koncentration var så pass låga i bladen så att ingen skada blev visuell samtidigt som trädarternas respons är olika är det svårt att avgöra deras salttolerans enligt Hanslin (2011). *A. platanoides* och *T. cordata* kan förväntas ansamlas giftiga nivåer av NaCl fortare än *P. sylvestris*. Å andra hand så lever *P. sylvestris*-barret längre och ansamlar  $\text{Cl}^-$  så det kan vara svårt att förutspå vilken art som drabbas mest negativt över tid (Hanslin 2011).

#### 4.2.2 Barrväxter

*Picea abies* är en av de vanligare träden längs motorvägarna i Europa. Vid spridning av NaCl på marken visade det sig att efter fem veckor syntes spår i barren och skotten av  $\text{Na}^+$  och  $\text{Cl}^-$  innehåll dock mest i skotten. Efter 10 veckor hade värdena ökat och skotten hade fortfarande högst  $\text{Na}^+$ - och  $\text{Cl}^-$ -innehåll och ingen skottutveckling. Nya skott utvecklades först 20 veckor efter behandlingen (Bogemans, Neirinckx & Stassart 1989).

I Kanada och västra USA används  $\text{MgCl}_2$  (magnesiumklorid) för att minska vägdamms på ej belagda vägar. *Pinus contorta*, *Pinus ponderosa*, *Pseudotsuga menziesii*, *Populus tremuloides* och *Pinus flexilis* är vanligt förekommande trädarter vid dessa vägar. I denna studie av Goodrich och Jacobi (2012) upptäcktes att *P. flexilis* hade mindre ansamling av  $\text{MgCl}_2$ -joner och hade minst barrskador under hela studiens tid på 4 år. Det som skulle kunna påverka detta resultat var att *P. flexilis* hade en högre effektiv vattenanvändning och inte så stor transpiration och på så sätt passivt tar upp mindre  $\text{MgCl}_2$  än de andra arterna. Eller så finns det egenskaper som utesluter saltjoner. Enligt Goodrich och Jacobi (2012) borde man använda sig av växter med en effektiv vattenanvändning för att slippa trädod. *P. flexilis* klarade fyra säsonger innan den dog jämfört med de andra som klarade två säsonger. *P. tremuloides* fick blad- och kronförlust, skadade blad kastades och ersattes av nya som inte visade någon symptom men så småningom fick synlig skada, detta hände flertalet gånger under hela växtsäsongen (Goodrich & Jacobi 2012).

*Picea abies* och *Picea glehnii* är granar som bl. a planterats längs motorvägarna i norra Japan. I marken längs med motorvägen finns höga värden av  $\text{Na}^+$  och  $\text{Cl}^-$  och även dess pH-värde är höga. Kayama et al. (2003) gjorde en jämförande

studie där de använde sig av en plats med saltskadade träd och en med friska träd. Vid den saltpåverkade platsen innehöll granarnas barr  $\text{Na}^+$  och  $\text{Cl}^-$  och ju äldre barren var ju större koncentration. Det påverkade granarnas fysiologiska delar. Trädens tillväxt var dämpad med sämre mykorrhizakolonisering bland rötterna. De täckte endast 25 % på finrötterna kontra den friskare platsen, som inte utsattes för saltning, som hade en kolonisering av 60 %. Barren tappades i förtid och fotosynteshastigheten, transpirationshastigheten och vattenpotentialen var lägre.

Makroämnen som kväve (N), fosfor (P) och magnesium (Mg) i barren påverkades inte av det höga  $\text{Na}^+$  och  $\text{Cl}^-$ -innehållet i marken och kol (C), kväve och kalcium-innehållet (Ca) påverkades inte i marken. Däremot så var koncentrationen av kalium (K) lägre i barren och visade sig att minskningen blev större under åldrandet av barren.

Stomatan på granarna vid den skadade delen var täckta av stor mängd stoft, men vid den hälsosamma delen var barrrens yta ren. Enligt Kayama et al. (2003) fattas *Picea abies* och *Picea glehnii* de fysiologiska egenskaperna som minskar ansamlingen av salt i barren.

#### 4.3 Applicering av ektomykorrhiza (ECM)

I två av studierna används Ektomykorrhiza (ECM) *Hebeloma crustuliniforme* och *Laccaria bicolor*, som inokulerades vid rötterna av unga plantor, för att se om de hade en positiv inverkan på växterna kontra intaget av saltjoner.

Ektomykorrhiza är svampar som lever i symbios med växter som *Pinus*, *Picea*, *Fagus* och *Quercus*. ECM finns utanför växtens rötter och mellan dess barkceller och hjälper till med upptag av vatten och mineraler och får då i utbyte tillgång till växtens kolhydrater (Widén, M. & Widén, B. 2008 s. 51).

Hos *Populus tremuloides* och *Betula papyrifera* med inokulerad ECM blev inte  $\text{Cl}^-$ -koncentration i rot och skott nämnvärt påverkad, ej heller transpirationen. Däremot kunde en ökad total bladarea och en ökad rothydraulisk konduktans hos *P. tremuloides* noteras. Bägge arterna visade sig vara rätt toleranta för NaCl behandling utan ECM och visade inga yttre tecken på skada. Då kaliumkoncentrationen visade sig öka i skotten men minskade i roten vid NaCl-behandling utan ECM (Yi et al. 2008) associeras detta, kaliumkoncentrationen ökar i cytoplasman, ofta till salttolerans (Nabil & Coudret 1995; Saur et al. 1995 se Yi et al. 2008).

Enligt Yi et al. (2008) kan ECM ha möjlighet till att utesluta salt till värdspecifika växtarter och/eller processer som leder till uteslutande av salt aktiveras när ECMs värdväxt når en viss tröskel av salthalt. Detta kan då variera hos olika växtarter.

Jordkompaktion innebär små porer och enligt Polanco, Zwiazek och Voicu (2008) skulle ektomykorrhizas, *H. crustuliniforme* och *L. Bicolor*, hyfer kunna penetrera in i dessa. Detta skulle innebära tillgång till syre och resurser som annars inte skulle vara tillgängliga för växter som är utan ECM. I försöket användes *Ulmus americana* och ECM visade sig ha en positiv inverkan i kompakterad jord. Försöken med NaCl behandling visade sig att inokulerad ECM minskade Na<sup>+</sup>-koncentrationen till fyra gånger mindre koncentration i roten hos *U. americana*.

ECM ökade dock efterfrågan på energiresurser från *U. americana* och detta påverkade förseningen av knoppsprickningen. Då ECM minskade även *U. americana* torrsvikt men inte gav någon effekt på nettofotosyntesen skulle detta kunna bero på att fotosyntesen tillförs svampen som sedan blir välgörande för plantan när den exponeras för stress (Polanco, Zwiazek & Voicu 2008).

#### 4.4 Sammanställning av respektive forsknings utförande

Sammanställning av respektive forsknings utförande redovisas i bilaga 1.  
Följande data visas:

**Författare/år:** Respektive rapportens författare och året vid rapportens publicering.

**Rapport:** Rapportens titel.

**Lignoser:** Den eller de lignoser som försöken gjorts på, ålder och var försöken är utförda.

**Typ av salt:** Vilken typ av saltlösning som används i försöken.

**Applicering av salt:** Hur saltlösningen påfördes i försöken.

**Försökstid:** Den tid som försöket varade.

**Mätning:** Vilka olika parametrar som kontrollerades.

**Kommentar:** Intressanta aspekter som lyfts fram i rapporten.

#### 4.5 Sammanställning av lignosers salttolerans i respektive forskning

Bedömning av salttolerans bland lignoserna i forskningsrapporterna där respektive forskning redovisas och avslutas med en sammanställning.

(Jonsson 2006): *Populus trichocarpa*: 6 års studie på befintliga träd i kustmiljö ingen ålder. Olika mätningar i primordibladen. (Ingen bedömd tolerans).

(Paludan-Muller et al. 2002): *Fagus sylvatica*, *Tilia cordata*, *Aesculus hippocastanum*, *Acer pseudoplatanus*: 6 månaders studie med unga träd. *F. sylvatica*, *T. cordata* uppvisa störst känslighet medan, *A. hippocastanum*, *A. pseudoplatanus* uppvisade minst känslighet. Alla fick kloros/nekros på bladen men olika mängd. *F. sylvatica*, *T. cordata* (Bedöms känslig: marksalt och spraysalt) *A. hippocastanum*, *A. pseudoplatanus* (Bedöms tolerant: marksalt och spraysalt).

(Percival, Fraser och Oxenham 2003): *Acer* genotyper: Bl. a *Acer cappadocium* 'Rubrum', *Acer cappadocium* 'Aureum', *Acer capillipes* och *Acer cissifolium* med bäst fluorescensvärde, anses ha bäst egenskaper att tolerera salt. *Acer campestre* - sämst fluorescensvärde, anses ha sämst egenskaper av att tolerera salt. (*A. campestre* bedöms känslig: marksalt och spraysalt resterande fyra bedöms toleranta: marksalt och spraysalt).

(Percival och Henderson 2012): *Acer campestre*, *Ilex aquifolium*, *Juglans regia*, *Quercus ilex*, *Prunus avium*, *Sorbus aucuparia* 14 veckors behandling på unga plantor. Ingen skillnad på dessa arter gällande salttolerans vid spraysalt enligt forskarna och anser de fungera i kustförhållanden. Svårbedömt då det är unga plantor som alla har reducerad tillväxt och hur påverkas då dessa arter i långa loppet och då särskilt unga plantor? (Ej avgjord salttolerans, möjligen tolerant eller måttligt tolerant för spraysalt).

(Dmuchowski et al. 2013): *Gleditsia triacanthos*, *Platanus x hispanica*, *Quercus rubra*, *Robinia pseudoacacia*, *Tilia x europaea*: Studien visar på befintliga träd i stadsmiljö. Forskarna anser att dessa arter tolererar salt utom *T. x europaea* som uppvisade skador som kloros/nekros. Andra faktorer kan spela roll då det är i gatumiljö och befintlig vegetation. Ingen ålder eller hur utsatta de är för saltning nämns. (Alla bedöms Tolerant: marksalt och spraysalt utom *Tilia* som bedöms för Känslig: marksalt och spraysalt).

(Hanslin 2011): *Tilia cordata*, *Pinus sylvestris*, *Acer platanoides*, *Betula pendula*, *Quercus robur*: 2,5 månads studie med unga träd. Går inte att jämföra arterna emellan gällande salttolerans. Både *P. sylvestris* och *A. platanoides* hade minskning av rotttillväxt och bladens biomassa minskade hos de andra arterna. Olika mätningar gjordes och möjligen låg applicerad dos av NaCl. (Ingen bedömning gjord, möjligen måttligt tolerant till känslig för marksalt).

(Bogemans, Neirinckx & Stassart 1989): *Picea abies*: 30 veckors studie med unga träd. Uppvisade skador på barren och minskad tillväxt. Efter 5 veckors behandling syntes ökade saltjoner i skotten. Nya skott först efter 20 veckor. Detta innebär att tillväxten hos *P. abies* blir väldigt kort. (Bedöms känslig: marksalt).

(Goodrich & Jacobi 2012): *Pinus contorta*, *Pinus ponderosa*, *Pinus flexilis*, *Populus tremuloides*, *Pseudotsuga menziesii*  
4 års studie med 5-7 åriga träd. Beroende på vilken nivå av salthalt som applicerades klarade sig de olika bra. I den lägre koncentrationen var påverkan inte stor medan i den mellersta nivån var *P. flexilis* minst påverkad. De andra hade påverkats betydligt. Vid den högsta dosen dog alla. Doserna valdes efter uppmätta värden längs vägdiken. (Bedöms känslig: marksalt även *P. flexilis* bedöms känslig även om den påverkades mindre så mår den inte bra).

(Kayama et al. 2003): *Picea abies*, *Picea glehnii*: Äldre befintliga träd längs väg. Mätning på redan skadadeträd och jämförs med träd längre ifrån. Uppvisa flera negativa effekter. Andra faktorer kan spela in då de funnits på platsen under lång tid. (Bedöms känsliga i spearsalt och marksalt).

(Yi et al. 2008): *Populus tremuloides*, *Betula papyrifera*: 4 veckors behandling, endast unga plantor uppvisade minskad rottillväxt men uppvisade inga större skador. (Bedöms tolerant: marksalt).

(Polanco, Zwiazek & Voicu 2008): *Ulmus americana*: 3 veckors behandling med unga plantor med något minskad tillväxt men inga större skador. (Bedöms tolerant: marksalt).

**Tolerant; marksalt:**

*Populus tremuloides*, *Betula papyrifera*, *Ulmus americana*

**Toleranta; spraysalt och marksalt:**

Acer genotyper: Bl. a *Acer cappadocicum* 'Rubrum', *Acer cappadocicum* 'Aureum', *Acer capillipes*, *Acer cissifolium*, *Aesculus hippocastanum*, *Acer pseudoplatanus*, *Gleditsia triacanthos*, *Platanus x hispanica*, *Quercus rubra*, *Robinia pseudoacacia*

**Känsliga; spraysalt och marksalt:**

*Fagus sylvatica*, *Tilia cordata*, *Tilia x europaea*, *Picea abies*, *Picea glehnii*

**Känsliga; marksalt:**

*Picea abies*, *Pinus contorta*, *Pinus ponderosa*, *Pinus flexilis*, *Populus tremuloides*, *Pseudotsuga menziesii*

## 4.6 Lignosers salttolerans i facklitteratur

Beroende på vilken litteratur som läses varierar uppgifterna på var och på vilket sätt listor för salttolerans är sammanställda. I Glen (u.å.) är plantlistorna sammanställda till förmån för privatpersoner och yrkesfolk inom landskapsplanering för att välja lämpliga växter till kustlandskap. De har sammanställt sin växtlista med hjälp av personliga observationer och från andra upprättade växtlistor för bl. a kustmiljöer i Florida, Södra Atlanten, Mexikanska gulfen och Norra och Södra Carolina. Uppdelningen är specificerad i tolerant, måttligt tolerant och svag salttolerans. Vidare skriver författaren en förklaring till vad de olika kriterierna innebär. Mycket salttolerant innefattar växter som tål direkt spraysalt och finns i direkt anslutning till havet och sanddynor. Måttligt salttolerant är växter som är måttligt toleranta för spraysalt liksom de som återfinns i landskapet i anslutning till havet men som är skyddade av växtlighet, konstruktioner och naturliga sanddynor. Svag salttolerans är de växter som har den lägsta toleransen för spraysalt. Dessa växter är endast användbara på platser som är skyddade från direkt spraysalt. I listan har vissa träd framhållits som extra toleranta bl. a *Gleditsia triacanthos*,

*Juniperus virginiana*, *Magnolia grandiflora* och flertalet i *Quercus* släktet. Flera i *Ilex*-släktet befinner sig i kriterierna måttligt tolerant till tolerant för spraysalt.

Även Krüssmann (1982/1970) pocketguide innefattar växter som är passande till kustområden. Växtarterna är plockade ur ett nordamerikanskt och tyskt sortiment utan förklaring på hur de har valts ut. Här återfinns arter som anses passa att planteras i sanddynor som *Populus alba*, *Robinia pseudoacacia*, *Salix alba* och *Sambucus nigra*. Flertalet arter i *Quercus*-släktet återfinns även i dessa lister även *Juniperus* och *Pinus* släktet där *Pinus nigra* och *P. pinaster* anses kunna planteras i sanddynor.

Stoecklein (2001) har sammanställt sina listor med hjälp av större grossisters plantskolekataloger. Salttoleranta träd i dessa listor bedöms ha möjlighet att tolerera salt i jorden och möjligen spraysalt. De är bra val enligt författaren vid kustnära miljöer längs motorvägar och andra vägar, parkeringsplatser och gångvägar som saltas, ställen där salt är ett problem. Ett flertal från släktet *Pinus* som ex. *P. nigra*, *P. ponderosa* och *P. virginiana* och arter i släktena *Populus*, *Quercus* och *Cotoneaster* nämns som salttoleranta.

Hos Trowbridge och Bassuk (2004) benämner även de *Pinus ponderosa* som tolerant. I släktet *Acer* varierar toleransen då *A. campestre*, *A. platanoides*, *A. pseudoplatanus* anses salttoleranta medan *Acer nigrum*, *A. rubrum* och *A. saccharinum* anses känsliga. Sanda (1993) anger att åldern spelar roll i toleransen. *Quercus petraea* *Q. robur* och *Ulmus glabra* skrivs som salttoleranta först vid större etablerade träd men endast i kriteriet saltupptag via rotsystemet. Vid spraysalt utses både *Pinus contorta* och *P. nigra* vara toleranta. Appleton et al. (2009) utser även de *P. nigra* och *Q. robur* som toleranta för salt men endast spraysalt. Flertalet i släktet *Quercus* finns med men endast *Q. virginiana* anses vara tolerant för både spraysalt och marksalt. Hartman, Pirone och Sall (2000) utser *Quercus rubra* och *Quercus alba* som mycket toleranta och likt Trowbridge och Bassuk (2004) anses *Acer saccharum* för känslig medan *A. platanoides* och *A. rubrum* som måttligt toleranta.

#### 4.7 Sammanställning av lignosers salttolerans från facklitteratur och vetenskapliga artiklar

Sammanställning av salttolerans bland lignoser har gjorts med hjälp av facklitteraturen och vetenskapliga artiklar och detta redovisas i tabellform.

Följande data visas:

**Artepitet:** Latinskt och svenskt namn

**Familj:** Latin

**Arters tolerans:** Toleranta, Måttligt toleranta, Känsliga för salt.

I vissa fall anges viken typ av saltning som de är toleranta mot (spraysalt eller marksalt).

Om litteraturen har nämnt huruvida lignoserna är lövfällande eller vintergrön (L-V) samt deras ljus- eller fukttolerans (x) har detta noterats i tabellen.

Nr: referens.

- 1: Glen (u.å.).
- 2: Appleton (2009).
- 3: Sanda (1993).
- 4: Stoecklein (2001).
- 5: Krüssmann (1982/1970).
- 6: Trowbridge och Bassuk (2004).
- 7: Hartman et al. (2000).
- 8: Dmuchowski (2013).

- 9: Percival, Fraser och Oxenham (2003).
- 10: Paludan-Muller et al. (2002).
- 11: Bogemans, Neirinckx & Stassart (1989).
- 12: Goodrich & Jacobi (2012).
- 13: Kayama et al. (2003).
- 14: Yi et al. (2008).
- 15: Polanco, Zwiazek & Voicu (2008).

Latinskt namn	Svenskt namn	Vintergrön (V) Lövfällande (L)	Toleranta Spraysalt	Toleranta Marksalt	Tolerant Salt	Måttligt tol. Spraysalt	Måttligt tol. Marksalt	Måttligt tol. Salt	Känsliga Spraysalt	Känsliga Marksalt	Känsliga Salt	Full sol	Ljus skugga	Halvskugga	Stugga	Vatt	Fuktigt	Väldränerat	Torr	Buske/träd	Anmärkning	Familj
<i>Abelia x grandiflora</i>	storblommig abelia	V							1			x	x	x				x		Buske		Caprifoliaceae
<i>Abies spp.</i>	ädelgranssläktet									3,6										Träd		Pinaceae
<i>Acer buergerianum</i>	tokyolönn	L				1	6					x						x		Litet träd		Sapindaceae
<i>Acer campestre</i>	naverlönn	L	2	4			6		9											Träd		Sapindaceae
<i>Acer nigrum</i>										6												Sapindaceae
<i>Acer platanoides</i>	skogslönn	L	5	4			6	7												Träd		Sapindaceae
<i>Acer pseudoplatanus</i>	tysklönn	L	2,5,10	10			6													Träd		Sapindaceae
<i>Acer pseudoplatanus</i> 'Atropurpureum'	röd tysklönn	L		4																Träd		Sapindaceae
<i>Acer rubrum</i>	rödlönn							7		6												Sapindaceae
<i>Acer saccharum</i>	sockerlönn						3			6	7									Träd		Sapindaceae
<i>Acer tataricum ssp. ginnala</i>	ginnalalönn						6															Sapindaceae
<i>Acer x freemanii 'Armstrong'</i>	freemanlönn	L		4																Träd		Sapindaceae
<i>Aesculus hippocastanum</i>	hästkastanj	L	2,5,10	10																Träd		Sapindaceae
<i>Aesculus pavia</i>	amerikansk hästkastanj	L		2																Träd		Sapindaceae
<i>Agave americana</i>	agave	V	1									x					x	x		Buske		Asparagaceae
<i>Ailanthus altissima</i>	gudaträd		5	3																Träd		Simaroubaceae
<i>Albizia julibrissin</i>	silkesträd	L		4																Träd		Fabaceae
<i>Alnus glutinosa</i>	klibbal		3	3			6									x	x			Träd		Betulaceae
<i>Amelanchier canadensis</i>	kanadensisk häggmispel	L	5																			Rosaceae
<i>Amelanchier spp.</i>	häggmispelsläktet									6												Rosaceae
<i>Amorpha fruticosa</i>	segelbuske			3																Träd		Fabaceae
<i>Araucaria spp.</i>	brödgranssläktet	V	5																			Araucariaceae
<i>Arctostaphylos uva-ursi</i>	mjölon	V		4																Buske		Ericaceae
<i>Aronia arbutifolia</i>	rödaronia	L		4	2															Buske		Rosaceae
<i>Aronia arbutifolia 'Brilliantissima'</i>	rödaronia	L							1			x	x				x	x		Buske		Rosaceae
<i>Aronia melanocarpa</i>	svartaronia	L		4																Buske		Rosaceae
<i>Aucuba japonica</i>	aukuba	V				1							x	x				x		Buske		Garryaceae
<i>Aucuba japonica 'Nana'</i>		V				1								x	x			x		Buske		Garryaceae
<i>Baccharis halimifolia</i>		L			2															Buske		Asteraceae
<i>Bambusa multiplex</i>		V				1						x	x					x		Buske		
<i>Berberis julianae</i>	långbladig berberis	V				1						x						x		Buske		Berberidaceae
<i>Berberis thunbergii</i>	hackberberis	L							1			x	x					x		Buske		Berberidaceae
<i>Betula alleghaniensis</i>	gulbjörk				7																	Betulaceae
<i>Betula lenta</i>	körbärsbjörk				7																	Betulaceae
<i>Betula nigra</i>	svartbjörk	L				1						x						x	x	Stort tr.		Betulaceae
<i>Betula papyrifera</i>	pappersbjörk	L	2		7,14															Träd		Betulaceae
<i>Betula pendula</i>	vårtbjörk		5																			Betulaceae
<i>Betula populifolia</i>		L	2		7															Träd		Betulaceae
<i>Betula spp</i>											7											Betulaceae
<i>Buddleja davidii</i>	syrenbuddleja	L							1			x	x					x		Buske		Scrophulariaceae
<i>Buxus microphylla</i>	småbladig buxbom	V			2															Buske		Buxaceae
<i>Buxus sempervirens</i>	buxbom						3													Träd		Buxaceae
<i>Callicarpa americana</i>		L			2				1			x	x	x				x	x	Buske		Lamiaceae
<i>Callistemon rigidus</i>		V				1							x						x	Buske		Myrtaceae
<i>Calluna vulgaris</i>	ljung	L	5																			Ericaceae
<i>Camellia japonica</i>	kamelia	V							1				x	x					x	Buske		Theaceae
<i>Camellia sasanqua</i>	Camellia sasanqua	V							1				x	x					x	Buske		Theaceae
<i>Caragana arborescens</i>	hackkaragan		5	3,4			6													Träd		Fabaceae
<i>Caragana arborescens 'Walker'</i>	hackkaragan	L		4																Träd		Fabaceae
<i>Caragana frutex</i>	lyckobladbuske	L		4																Buske		Fabaceae
<i>Carpinus betulus</i>	avenbok					3	3			6										Träd		Betulaceae





<i>Gleditsia triacanthos 'Inermis'</i>		L		4																Träd		Fabaceae
<i>Griselinia littoralis</i>			5																		Frostfritt kustområde	Griselinia littoralis
<i>Gymnocladus dioicus</i>	kentuckykaffe	L	2	4																Träd		Fabaceae
<i>Halimodendron halodendron</i>	saltbuske		5	3																Träd	Mycket salttolerant	Fabaceae
<i>Hamamelis mollis</i>	kinesisk trollhassel									6												Hamamelidaceae
<i>Hamamelis virginiana</i>	amerikansk trollhassel									6												Hamamelidaceae
<i>Hedera helix</i>	murgröna		3																	Träd		Araliaceae
<i>Hibiscus syriacus</i>	frilandshibiskus	L	5	4	2	1						x							x	Buske		Malvaceae
<i>Hippophae rhamnoides</i>	havtorn		3,5	3,4																Träd		Elaeagnaceae
<i>Hydrangea arborescens</i>	vidjehortensia	L		4																Buske		Hydrangeaceae
<i>Hydrangea macrophylla</i>	hortensia	L				1						x	x						x	Buske		Hydrangeaceae
<i>Hydrangea macrophylla</i>	hortensia	L	5	4	2															Buske		Hydrangeaceae
<i>Hydrangea paniculata</i>	vipphortensia	L		4																Buske		Hydrangeaceae
<i>Hydrangea quercifolia</i>	flikhortensia	L		4																Buske		Hydrangeaceae
<i>Hydrangea serrata</i>	purpurhortensia	L		4																Buske		Hydrangeaceae
<i>Hypericum calycinum</i>	prakthyperikum	L		4	2															Buske		Hypericaceae
<i>Hypericum frondosum</i>		L		4																Buske		Hypericaceae
<i>Hypericum kalmianum</i>	kanadahyperikum	L		4																Buske		Hypericaceae
<i>Ilex aquifolium</i>	järnek		5																			Aquifoliaceae
<i>Ilex cassine</i>		V				1						x							x	Litet träd		Aquifoliaceae
<i>Ilex cassine v. myrtifolia</i>		V				1						x							x	Litet träd		Aquifoliaceae
<i>Ilex cornuta</i>		V			2															Buske		Aquifoliaceae
<i>Ilex cornuta 'Carissa'</i>		L				1						x	x	x					x	Buske		Aquifoliaceae
<i>Ilex cornuta 'Needlepoint'</i>		V				1						x	x						x	Buske		Aquifoliaceae
<i>Ilex cornuta 'Rotunda'</i>		V				1						x	x	x					x	Buske		Aquifoliaceae
<i>Ilex crenata</i>	japansk järnek	V			2															Buske		Aquifoliaceae
<i>Ilex decidua</i>		L		4																Buske		Aquifoliaceae
<i>Ilex glabra</i>	bläckbärsjärnek	V	5		2	1						x	x						x	Buske		Aquifoliaceae
<i>Ilex opaca</i>		V	2,5			1						x	x	x					x	Litet träd		Aquifoliaceae
<i>Ilex serrata x verticillata 'Apollo'</i>		L		4																Buske		Aquifoliaceae
<i>Ilex verticillata</i>	sommarjärnek	L		4						1		x	x						x	Buske		Aquifoliaceae
<i>Ilex vomitoria</i>		V	1		2							x	x						x	Litet träd, Buske		Aquifoliaceae
<i>Ilex vomitoria 'Nana', 'Bordeaux', 'Schilling's'</i>		V	1									x	x	x					x	Buske		Aquifoliaceae
<i>Ilex x 'Nellie R. Stevens'</i>		V				1						x	x	x					x	Litet träd		Aquifoliaceae
<i>Ilex x attenuata 'Fosters'</i>		V				1						x	x	x					x	Litet träd		Aquifoliaceae
<i>Illicium floridanum</i>		V			2															Buske		Schisandraceae
<i>Juglans nigra</i>	svart valnöt	L	2	2																Träd		Juglandaceae
<i>Juniperus chinensis</i>	kinesisk en	V				1						x							x	Litet träd		Cupressaceae
<i>Juniperus chinensis</i>	kinesisk en	V	5		2	1						x							x	Buske		Cupressaceae
<i>Juniperus chinensis var. sargentii 'Glauca'</i>	sargent-en	V		4																Buske		Cupressaceae
<i>Juniperus communis</i>	en	V	3, 5		2															Buske , Träd		Cupressaceae
<i>Juniperus conferta</i>		V	5	4	2															Buske		Cupressaceae
<i>Juniperus horizontalis</i>	amerikansk kryp-en	V	5		2															Buske		Cupressaceae
<i>Juniperus spp.</i>	ensläktet						6															Cupressaceae
<i>Juniperus virginiana</i>	blyerts-en	V	1, 2,5	2	7							x							x	Stort tr.		Cupressaceae
<i>Koeleruteria paniculata</i>	kinesträd	L	2	2			6													Träd		Sapindaceae
<i>Laburnum anagyroides</i>	sydgullregn	L	5																			Fabaceae
<i>Lagerstroemia</i>	lagerströmiäsläktet	V				1						x							x	Litet träd		Lythraceae
<i>Larix decidua</i>	europaisk lärk	L	2																	Träd		Pinaceae
<i>Larix laricina</i>	kanadalärk						6															Pinaceae
<i>Lavendula spp.</i>			5																			
<i>Leucophyllum frutescens</i>		V				1						x							x	Buske		Scrophulariaceae
<i>Ligustrum amurense</i>		L			2															Buske		Oleaceae
<i>Ligustrum japonicum</i>		V				1						x	x						x	Buske		Oleaceae
<i>Liquidambar styraciflua</i>	ambraträd	L	2																	Träd		Hamamelidaceae
<i>Liriodendron tulipifera</i>	tulpanträd						3			6										Träd		Magnoliaceae
<i>Lonicera japonica 'Halliana'</i>	slingertry	L	5																			Caprifoliaceae
<i>Lonicera nitida</i>	myrtenry	L	5																			Caprifoliaceae
<i>Lonicera tatarica</i>	rosentry	L	5		2															Buske		Caprifoliaceae
<i>Lycium barbarum</i>	bocktörne		3	3																Träd	Mycket salttolerant	Solanaceae
<i>Lycium spp.</i>		L	5																			
<i>Maclura pomifera</i>	citrusmullbär						6															Moraceae
<i>Magnolia grandiflora</i>	kungsmagnolia	V	1, 2,5	2								x	x	x					x	Stort tr.		Magnoliaceae
<i>Magnolia grandiflora 'Little Gem'</i>	kungsmagnolia	V				1						x	x	x					x	Litet träd		Magnoliaceae
<i>Magnolia virginiana</i>	virginiamagnolia	L, V		2		1						x	x	x					x	Litet träd		Magnoliaceae
<i>Mahonia aquifolium</i>	mahonia	V	5	4																Buske		Berberidaceae
<i>Mahonia bealei</i>	kinesisk mahonia	V				1								x	x				x	Buske		Berberidaceae
<i>Malus</i>	apelsläktet	L		4																Träd		Rosaceae

<i>Michelia figo</i>		V						1			x	x	x			x	Buske		Magnoliaceae
<i>Morus alba</i>	vitt mullbär	L	5	4			6										Träd		Moraceae
<i>Morus bombycis</i> 'Unryu'		L		4													Träd		Moraceae
<i>Morus spp</i>	mullbärssläktet			3													Träd		Moraceae
<i>Myrica cerifera</i>	vaxpors	V	1		2						x	x				x	x	Litet träd	Myricaceae
<i>Myrica pensylvanica</i>	amerikansk pors	L	3	3, 4,4	2												Buske , Träd		Myricaceae
<i>Myrica spp.</i>	porssläktet	L	5																Myricaceae
<i>Nandina domestica</i>	nandina	V						1			x	x	x			x	Buske		Berberidaceae
<i>Nandina domestica</i> 'Firepower', 'Moon Bay', 'Harbor Belle'		V						1			x	x	x			x	Buske		Berberidaceae
<i>Nerium oleander</i>	nerium	V	1,5								x					x	x	Buske	Apocynaceae
<i>Nyssa sylvatica</i>	nyssa	L	2,5			1					x					x	x	Stort tr.	Nyssaceae
<i>Olea europaea</i>	olivträd		5																Oleaceae
<i>Olearia forsteri</i>			5															Frostfritt kustområde	Asteraceae
<i>Olearia haastii</i>	trädstaser		5															Frostfritt kustområde	Asteraceae
<i>Olearia ilicifolia</i>			5															Frostfritt kustområde	Asteraceae
<i>Olearia macrodonta</i>			5															Frostfritt kustområde	Asteraceae
<i>Osmanthus americanus</i>		V	1								x	x				x	x	Litet träd	Oleaceae
<i>Osmanthus fragrans</i>		V						1			x	x	x			x		Buske	Oleaceae
<i>Osmanthus x fortunei</i>		V						1			x	x	x			x		Buske	Oleaceae
<i>Ostrya virginiana</i>	amerikansk humlebok						7		6										Betulaceae
<i>Parthenocissus quinquefolia</i>	klättrervildvin		3															Träd	Vitaceae
<i>Persea borbonia</i>		V	1								x	x				x	x	Litet träd	Lauraceae
<i>Philadelphus coronarius</i>	doftschersmin	L		4	2													Buske	Hydrangeaceae
<i>Philadelphus lewisii</i>	gordonschersmin	L		4														Buske	Hydrangeaceae
<i>Philadelphus x 'Buckley's Quill'</i>		L		4														Buske	Hydrangeaceae
<i>Philadelphus x 'Miniature Snowflake'</i>		L		4														Buske	Hydrangeaceae
<i>Philadelphus x 'Natchez'</i>		L		4														Buske	Hydrangeaceae
<i>Philadelphus x lemoinei</i>	småblommig schersmin	L		4														Buske	Hydrangeaceae
<i>Philadelphus x virginialis</i>	kameliaschersmin	L		4														Buske	Hydrangeaceae
<i>Phormium tenax</i>	nyzeeländskt lin	V	1								x					x		Buske	Hemerocallidaceae
<i>Photinia villosa</i>	glansmispel	L		4														Buske	Rosaceae
<i>Picea abies</i>	gran							13	11,13										Pinaceae
<i>Picea asperata</i>	sichuanggran	V	5																Pinaceae
<i>Picea engelmannii</i>	engelmansgran					3												Träd	Pinaceae
<i>Picea glauca</i>	vitgran		3				6											Träd	Pinaceae
<i>Picea glehnii</i>	brungran							13	13										
<i>Picea pungens</i>	stickgran	V	2,5				6											Träd	Pinaceae
<i>Picea sitchensis</i>	sitkagran		3,5															Träd	Extra tolerant för spraysalt
<i>Pinus aristata</i>	rävsvanstall								6										Pinaceae
<i>Pinus cembra</i>	cembratall								6										Pinaceae
<i>Pinus contorta</i>	strandtall		3						12									Träd	Pinaceae
<i>Pinus densiflora</i>	japansk tall								6										Pinaceae
<i>Pinus flexilis</i>	mjukstall								12										
<i>Pinus mugo</i>	bergstall	V	3,5		2		6											Buske, Träd	Extra tolerant för spraysalt
<i>Pinus nigra</i>	svarttall		2, 3,5	4			6											Träd	Extra tolerant för spraysalt
<i>Pinus nigra</i> 'Hornibrookiana'	svarttall	V		4														Buske	Pinaceae
<i>Pinus palustris</i>	långbarrig tall	V	2															Träd	Pinaceae
<i>Pinus parviflora</i>	silvertall	V		4					6									Träd	Pinaceae
<i>Pinus parviflora</i> 'Bergman'	silvertall	V		4														Buske	Pinaceae
<i>Pinus parviflora</i> 'Glaucous'		V		4														Träd	Pinaceae
<i>Pinus pinaster</i>	terpentintall	V	5																Pinaceae
<i>Pinus ponderosa</i>	gultall	V		4			6		12									Träd	Pinaceae
<i>Pinus radiata</i>	montereytall	V	5																Pinaceae
<i>Pinus resinosa</i>	rödtall								6	7									Pinaceae
<i>Pinus rigida</i>	styvbarrig tall	V	5	4			6											Träd	Pinaceae
<i>Pinus strobus</i>	weymouthtall								6	7									Pinaceae
<i>Pinus sylvestris</i>	tall	V	5						6										Pinaceae
<i>Pinus thunbergiana</i>		V	2	2,4			6											Träd	Pinaceae
<i>Pinus thunbergii</i>	japansk svarttall	V	1,5								x					x	x	Litet träd	Pinaceae
<i>Pinus virginiana</i>	virginiatall	V		4														Träd	Pinaceae
<i>Pittosporum tobira</i> 'Wheeler's Dwarf', 'Mojo', 'Cream de Mint'		V	1								x	x	x			x	x	Buske	Pittosporaceae
<i>Pittosporum tobira</i>	glansbuske	V	1,5								x	x	x			x	x	Buske	Pittosporaceae
<i>Platanus occidentalis</i>	amerikansk platan						6												Platanaceae
<i>Platanus x acerifolia</i>		L		4			6											Träd	Platanaceae
<i>Podocarpus macrophyllus</i> 'Maki'		V	1								x	x				x		Litet träd	Podocarpaceae
<i>Populus alba</i>	silverpoppel	L	2,5	2,3			6											Träd	Salicaceae
<i>Populus angustifolia</i>		L		4														Träd	Salicaceae

<i>Populus canescens</i>	gråpoppel			3														Träd		Salicaceae		
<i>Populus deltoides</i>	virginia poppel	L		4		6												Träd		Salicaceae		
<i>Populus grandidentata</i>		L		4	7													Träd		Salicaceae		
<i>Populus maximowiczii</i>	japansk poppel	L		4														Träd		Salicaceae		
<i>populus nigra</i> var. 'Thevestina'	svartpoppel	L		4														Träd		Salicaceae		
<i>Populus tremula</i>	asp	L	5																	Salicaceae		
<i>Populus tremula</i> 'Erecta'	pelarasp	L		4														Träd		Salicaceae		
<i>Populus tremuloides</i>	amerikansk asp	L		4	14	6		12										Träd		Salicaceae		
<i>Populus</i> x 'Highland'		L		4														Träd		Salicaceae		
<i>Populus</i> x 'Imperial'		L		4														Träd		Salicaceae		
<i>Populus</i> x 'N.E.308'		L		4														Träd		Salicaceae		
<i>Populus</i> x <i>canadensis</i>	kanadapoppel	L		4														Träd		Salicaceae		
<i>Populus</i> x <i>canescens</i>	gråpoppel	L		4														Träd		Salicaceae		
<i>Potentilla fruticosa</i>	tok	L		4	2													Buske		Rosaceae		
<i>Potentilla</i> spp.	fingerörtssläktet	L	5																	Rosaceae		
<i>Prunus caroliniana</i>		V, L		2		1						x	x				x	x	Litet träd		Rosaceae	
<i>Prunus laurocerasus</i>	lagerhägg	V			2													Buske		Rosaceae		
<i>Prunus maritima</i>		L	5		2													Buske		Rosaceae		
<i>Prunus sargentii</i>	bergkörsbär					6														Rosaceae		
<i>Prunus serotina</i>	glanshägg	L	2,5		7													Träd		Rosaceae		
<i>Prunus spinosa</i>	slån		3,5	3														Träd		Rosaceae		
<i>Prunus</i> spp.	plommonsläktet					3												Träd	Särskilt plommonsläkt et	Rosaceae		
<i>Prunus</i> x <i>cistena</i>	svartplommon	L		4	2													Buske		Rosaceae		
<i>Pseudotsuga menziesii</i>	douglasgran							6,12												Pinaceae		
<i>Pyracantha coccinea</i>	eldtorn	V			2	1						x	x					x	Buske		Rosaceae	
<i>Pyrus calleryana</i>	litet kinapärön	L		4		6												Träd		Rosaceae		
<i>Pyrus salicifolia pendula</i> 'Silfroزام'		L		4														Träd		Rosaceae		
<i>Pyrus ussuriensis</i>	manchuriskt päron	L		4														Träd		Rosaceae		
<i>Quercus alba</i>	vitek	L	5	2	7													Träd		Fagaceae		
<i>Quercus bicolor</i>		L		4														Träd		Fagaceae		
<i>Quercus geminata</i>		V	1									x					x	x	Litet träd		Fagaceae	
<i>Quercus hemisphaerica</i>		V				1						x					x	x	Stort tr.		Fagaceae	
<i>Quercus ilex</i>	stenek		5																	Fagaceae		
<i>Quercus macrocarpa</i>		L	2	2														Träd		Fagaceae		
<i>Quercus marilandica</i>		L	5																	Fagaceae		
<i>Quercus nigra</i>	vattenek	L				1						x					x	x	Stort tr.		Fagaceae	
<i>Quercus palustris</i>	kärrek	L		2,4				6										Träd		Fagaceae		
<i>Quercus petraea</i>	bergeke			3														Träd	Gäller större etabl. plantor	Fagaceae		
<i>Quercus phellos</i>	pilek	L	1,2									x					x	x	Stort tr.		Fagaceae	
<i>Quercus robur</i>	skogsek	L	2,5	3,4		6												Träd	Gäller större etabl. plantor	Fagaceae		
<i>Quercus rubra</i>	rödek	L		2	8													Träd		Fagaceae		
<i>Quercus rubra</i>	rödek	L		4														Träd		Fagaceae		
<i>Quercus rubra</i>	rödek				7	6														Fagaceae		
<i>Quercus shumardii</i>		L				1						x					x	x	Stort tr.		Fagaceae	
<i>Quercus virginiana</i>		V	1, 2,5	2		6						x					x	x	Stort tr.		Fagaceae	
<i>Rhamnus catharticus</i>			3,5															Träd		Rhamnaceae		
<i>Rhamnus frangula</i>		L		4														Buske		Rhamnaceae		
<i>Rhaphiolepis indica</i>		V			2	1						x						x	Buske		Rosaceae	
<i>Rhaphiolepis umbellata</i> 'Majestic Beauty'		V	1									x						x	Buske		Rosaceae	
<i>Rhododendron</i> 'Formosa', 'G.G. Gerbing', 'George Tabor'		V				1							x	x				x	Buske		Ericaceae	
<i>Rhododendron</i> Satsuki v. 'Gumpo Series'		V				1							x	x				x	Buske		Ericaceae	
<i>Rhododendron</i> ssp.	rododendronsläktet							3										Träd		Ericaceae		
<i>Rhodotypos scandens</i>	schersminros	L		4														Buske		Rosaceae		
<i>Rhus aromatica</i>	doftsumak	L		4														Buske		Anacardiaceae		
<i>Rhus glabra</i>	korallsumak	L		4														Buske		Anacardiaceae		
<i>Rhus</i> spp.	sumaksläktet	L	5																	Anacardiaceae		
<i>Rhus typhina</i>	rönsumak	L		4	2													Buske		Anacardiaceae		
<i>Ribes alpinum</i>	måbär			3,4														Träd, Buske		Grossulariaceae		
<i>Robinia pseudoacacia</i>	robinia	L	2,5	2, 3,4	7	1	6					x					x	x	x	Stort tr.		Fabaceae
<i>Robinia</i> x <i>ambigua</i> 'Idahoensis'	rödblommig robinia	L		4														Träd		Fabaceae		
<i>Rosa banksiae</i>	banksros	L			2													Buske		Rosaceae		
<i>Rosa canina</i>	stenros	L	5																	Rosaceae		
<i>Rosa pimpinellifolia</i>		L	5																	Rosaceae		
<i>Rosa rubiginosa</i>	Rosa rugosa	L	5																	Rosaceae		
<i>Rosa rugosa</i>	vresros	L	1									x						x	Buske	Mycket salttolerant	Rosaceae	
<i>Rosa spinosissima</i>	pimpinellros	L			2													Buske		Rosaceae		
<i>Rosa virginiana</i>	glansros	L	5																	Rosaceae		

Rosa wichuraiana		L	5																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																																
------------------	--	---	---	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

## 5. Analys av eventuella mönster bland lignoser i forskarrapporter och facklitteratur

---

I denna del presenteras möjliga mekanismer som utesluter salt eller överlevnadsrespons hos lignoser vid höjda värden av salt.

### 5.1 Knoppvila

Forskarrapporterna består av flera olika typer av studier. Få av dem fokuserar på samma arter och forskningsmetoderna skiljer sig åt i både metod och omfattning. Få rapporter nämner vad som gör respektive försöksträd salttolerant eller saltkänsligt utan gör endast jämförelser av uppmätta värden. Det är troligen väldigt svårt att se precis vilka faktorer som påverkar trädens förmåga att utesluta eller tolerera salt. Men i vissa rapporter nämns troliga skyddsmekanismer som hos *Populus trichocarpa* där det upptäcktes att Cl-innehållet låg stadigt under delar av primordiablakens viloperiod mellan december-februari. Jonsson (2006) tror detta beror på att knopparna av poppeln är ogenomträngliga då knoppens utsida består av flertalet överlappande knoppskal som är ihoplimmade av balsam. På så sätt kan primordialbladen effektivt isoleras från salt som kommer via luften under viloperioden. Enligt Konijnendijk et al. (2005) är saltaerosol mindre förödande hos lövfällande lignoser då de befinner sig i dvala vintertid men vid saltning under tidig vår blir skadorna desto större. Då upptag av Cl-joner höll på fram till knoppskyddet var klart i november och ökade när knoppvilan bröts skulle lignoser som har en tidig invintring med skyddande knoppskal vara möjliga arter som klarar saltaerosol bra. Då saltning under senvintern och tidig vår sker bör arter med senare tillväxt av vegeterande knoppar ha en större möjlighet att fortfarande vara skyddade. Denna kombination av tidig invintring och senare avslutad knoppvila skulle kunna vara mål för vidare forskning.

### 5.2 Ljusabsorbering

I två forskarrapporter drogs samma slutsats, att en möjlig överlevnadsrespons är en bättre ljusabsorbering för att kunna kompensera skadorna på bladfotosyntesen på grund av saltpåverkan. I Percival, Fraser och Oxenham (2003) studie kunde det ses att *Acer cappadocicum* 'Rubrum', *Acer cappadocicum* 'Aureum', *Acer capillipes* och *Acer cissifolium* tillhörde de genotyper av *Acer* som associerades till en effektiv fotosyntes och i och med detta en högre salttolerans som författarna menar skulle fungera bra vid vägar där saltning förekommer. Även hos arterna *Betula pendula*, *Ilex aquifolium* och *Quercus ilex* visades en större ljusabsorbering i en senare rapport av Percival och Henderson

(2012). I bägge studierna är bladen utsatta för salt så huruvida de är salttoleranta i mark är inte testat. Även i facklitteraturen nämns dessa tre arter vara toleranta att stå i kustnära miljöer (Krüssmann 1982/1970) och är då utsatta för saltaerosol större delen av året. Dessutom är både *I. aquifolium* och *Q. ilex* vintergröna träd som då utstår saltaerosol även vintertid. Finns det möjligen fler kustnära träd som har denna förmåga?

### 5.3 Effektivitet

Effektiv vattenanvändning kan vara en smart sak. *Pinus flexilis* visade mindre skador på barren än de övriga barrträden i samma experiment som Goodrich och Jacobi (2012) gjorde. Den hade även en mindre ansamling av  $\text{Cl}^-$  och  $\text{Mg}^{++}$ -joner i barren än de övriga. De noterade även att en mindre mängd vatten användes och drog slutsatsen att vid en effektiv vattenanvändning och inte så stor transpiration kan trädet möjligen passivt ta upp mindre saltjoner, eller så har *P. flexilis* enligt författarna någon form av egenskap som utesluter saltjoner. Enligt Dobson (1991) se Konijnendijk et al. (2005) är arter från varmare och torrare klimat mer salttåliga som *Robinia*, *Quercus* och *Platanus*. Att kunna hantera torka och ha en effektiv transpiration behövs på platser där det är varmt och torrt och Enligt Winicov 1998 se Sæbø, Benedikz och Randrup (2003) är det egenskaper som kan kopplas till salttolerans. Att hitta lignoser som har mekanismer som kan hantera denna typ av stress skulle kunna vara intressanta att forska vidare på huruvida de är salttoleranta eller ej.

### 5.4 Tröskel

Tröskeln för saltskador varierar hos arterna även inom genotyperna. När Percival, Fraser och Oxenham (2003) undersökte salttoleransen mellan genotyper av *Acer* fanns det stora skillnader. Studien av Dmuchowski et al. (2013) som undersökt  $\text{Cl}^-$  och  $\text{Na}^+$ -halter i bladen och de visuella skadorna som kloros och nekros visar också på stor variation i tolerans. *Platanus x hispanica* som hade höga värden av  $\text{Cl}^-$  och  $\text{Na}^+$ -innehåll i bladen precis som *Tilia x europaea* 'Euchlora', visade sig endast uppvisa frisk bladmassa medan *T. x 'Euchlora'* uppvisade stora skador på bladen. Inte heller *Robinia pseudoacacia* 'Umbraculifera' och *Gleditsia triacanthos* visade några skador vid höga värden av  $\text{Cl}^-$  och  $\text{Na}^+$ -innehåll (Dmuchowski et al. 2013). Både *R. pseudoacacia* 'Umbraculifera' och *G. triacanthos* uppfattas som toleranta för salt både för mark- och spraysalt i facklitteraturen (se tabell i kapitel 4.7). Då särskilt *G. triacanthos* som framhävs som extra tolerant och kan stå direkt anslutning till havet och tolerera direkt spraysalt (Glen u.å.). Möjligen kan dessa träd ha mekanismer som utesluter saltet i cytoplasman och ansamlar dem i vakuolen i bladcellerna. Enligt Volkmar, Hu och Steppuhn (1998) är detta en mekanism som bör hålla jämna steg med leveranstakten av saltjoner till bladen och är en växtanpassning till salt. Att hitta dessa arter och genotyper som har den förmågan skulle kunna vara en indikator på salttolerans mer än att endast kunna utesluta salt från bladcellerna. *Quercus robur* har visat sig i både studier

och litteratur att vara ett träd som håller saltjonerna borta från bladcellerna. I Dmuchowskis et al. (2013) studie innehöll bladen låga värden av  $\text{Cl}^-$  jämfört med de andra i träden i samma studie och enligt Dobson (1991) se Konijnendijk et al. (2005) tillhör *Quercus* de arter som förhindrar saltjonerna att ta sig in i bladen så att fotosyntesen inte blir hämmad. De anser även att det är just den egenskapen som börs tittas på vid letandet av salttoleranta växter.

## 5.5 Ålder

Åldern påverkar inte bara storleken hos lignoser utan även möjligheten att motstå och hantera skador. Sanda (1993) noterar i sin lista att åldern på vissa trädarter spelar roll i fråga om salttolerans. Ett äldre väletablerat träd har av vissa arter en bättre salttolerans än om det är en ung planta. Två arter av *Quercus* nämns och dessa är en artgrupp som anses toleranta av många i facklitteraturen för salt (se bilaga 2). I Paludan-Mulle et al. (2002) gjordes försök med pensling av salt på bl. a på stammen och detta gav en fördröjning av knoppsprickningen och på så sätt en försening i starten att börja fotosyntetisera. *Acer pseudoplatanus* hade en fördröjning på åtta dagar men anses i facklitteraturen som tolerant för spraysalt (se bilaga 2). Då plantorna av *A. pseudoplatanus* endast hade en ålder på 1 år i studien skulle det kunna påverka resultatet på knoppsprickningen då barken i det läget inte är så tjock.

## 6. Diskussion och slutsats

---

Troligen kan inte en enskild faktor avgöra salttolerans då utsattheten för salt på träden längs våra vägar inte bara beror på marksalt utan även på spraysalt.

Forskningen som bedrivs gällande salttolerans har i sig olika syften. Forskning sker för att se om det finns andra mekanismer som gör att lignoser kan hantera saltjoner på ett bättre sätt, genom att använda sig av andra substrat eller tillförd ECM. Försök utförs där användningen av andra avisningsämnen testas i hopp om att det är mindre giftigt än NaCl, men det görs även försök där salttolerans hos själva arten testas. Här varierar det hur mycket och hur länge växterna utsätts för salt. Växtmaterialet varierar även i ålder och längden på försöken varierar från ett tillfälle till sex år mellan de olika forskningarna. Studierna har utförts både i fält och i växthus, i kontrollerade former till befintligt växtmaterial i staden eller längs större vägar. Det som är bra med variationen är möjligheten att jämföra svaren från de olika miljöerna men svårigheten ligger i att inte samma faktorer mäts och de gemensamma faktorerna mäts på olika sätt. En utarbetad metod skulle underlätta forskningen så vissa specifika parametrar mäts så jämförelse kan göras.

I de flesta forskningar används lignoser som är vanliga i stadsmiljöer eller längs våra vägar. Två studier använder sig av andra kriterier: en för att undersöka om det fanns skillnader i genotyperna i samma släkte när det gäller salttolerans och den andre som undersökte möjligheten att använda ECM för att förbättra salttoleransen bland lövfällande arter likt barrväxter. Undersökningen bör möjligen breddas och börja titta på arter som har samma egenskaper som dessa som redan finns i våra städer och som anses salttoleranta. I facklitteraturen är bredden större men nämner inte alltid var uppgifterna gällande salttoleranta lignoser tas ifrån. Både Krüssmann (1982/1970) och Glen (u.å.) nämner passande växter i kustmiljö och Glen (u.å.) nämner även att egna observationer gjorts vid sammanställningen av salttoleranta lignoser. Information från plantskolor används även för att kunna sammanställa lister för salttoleranta arter i övrigt nämns inte huruvida bedömningen gjorts. Växter längs kustmiljöer som klarar att hantera saltaerosol behöver inte nödvändigtvis klara av marksalt och i och med det inte klara de miljöer där både mark- och spraysalt finns.

Av de lignosarterna som presenterats i forskarrapporterna var 24 representerade i den facklitteratur som gått igenom. Facklitteraturen stämde relativt bra med forskningens utsago i de arter som kunde fastställas som toleranta. De som avvek var *Tilia cordata* som Krüssmann (1982/1970) ansåg vara tolerant för spraysalt och passa i kustlandskap medan i Paludan-Mulle et al. (2002) forskning visade sig att den fick en minskning av bladarea, försämrat gasutbyte, fotosyntes och försenad knoppsprickning vid saltapplicering på stammen. *Pinus ponderosa* visade sig känsliga i studien som Goodrich och Jacobi (2012) gjorde med marksalt medan den ses som både tolerant för spraysalt (Stoecklein 2001) och marksalt (Trowbridge & Bassuk 2004) i



facklitteraturen. *Acer campestre* hamnade sist i skalan som sämst i fråga om salttolerans av genotyperna av *Acer* (Percival, Fraser & Oxenham 2003). Enligt den studien bör inte *A. campestre* planteras i närheten av saltutsatta platser. Dock visar Appleton et al. (2009); Stoecklein (2001); Trowbridge & Bassuk (2004) att *A. campestre* är tolerant för salt både gällande spraysalt och marksalt.

Att hitta gemensamma faktorer i forskningen gällande lignosers salttolerans har inte visat sig vara lätt. Forskningen i sig skiljer sig åt och facklitteraturen nämner inte vad som är orsaken till graden av salttoleransen bland separata arter. Några få faktorer har dock belysts i analysen. Skyddande knopphölje och knoppdvalans början och slut, möjligheten till bättre ljusabsorbering vid ökad salthalt, effektiv vattenhantering, hantering av saltjoner i växten och åldern på lignosen som kan påverka salttoleransen. Att se gemensamma nämnare mellan forskarrapporterna och lignoserna i facklitteraturen är svårt och kräver en undersökning av lignosers morfologi och fysiologi.

## 6.1 Slutsats

Frågeställningens huvudfråga är:

- Finns det något gemensamt bland de lignosarter som nämns i litteraturen som toleranta för saltpåverkan.

Det finns inga tydliga tecken utan de består av flera mindre faktorer hos enskilda arter. Dessa kan med fördel tittas vidare på hos fler arter.

- Skyddande knopphölje och knoppdvalans början och slut.
- Möjligheten till bättre ljusabsorbering vid ökad salthalt.
- Effektiv vattenhantering.
- Hantering av saltjoner i växten.
- Åldern hos lignosarterna.

Delfrågor:

- Vilka lignoser beskrivs i litteraturen avseende salttolerans respektive saltkänsliga?

I forskningsrapporterna har dessa arter bedömts avseende salttolerans:

**Tolerant; marksalt:** *Populus tremuloides*, *Betula papyrifera*, *Ulmus americana*

**Toleranta; spraysalt och marksalt:** *Acer* genotyper: Bl. a *Acer cappadocicum* 'Rubrum', *Acer cappadocicum* 'Aureum', *Acer capillipes*, *Acer cissifolium*, *Aesculus hippocastanum*, *Acer pseudoplatanus*, *Gleditsia triacanthos*, *Platanus x hispanica*, *Quercus rubra*, *Robinia pseudoacacia*

**Känsliga; spraysalt och marksalt:** *Fagus sylvatica*, *Tilia cordata*, *Tilia x europaea*, *Picea abies*, *Picea glehnii*  
**Känsliga; marksalt:** *Picea abies*, *Pinus contorta*, *Pinus ponderosa*, *Pinus flexilis*, *Populus tremuloides*, *Pseudotsuga menziesii*

I facklitteraturen nämns växter som är lämpliga i kustmiljö, längs vägar, parkeringsplatser och gångvägar. Även i viss mån de som inte är salttoleranta nämns. Detta redovisas i tabell i kapitel 4.7.

- Hur är respektive forskning kring lignoser och saltpåverkan utförd och hur presenteras den i litteraturen?

Forskningen kring lignoser varierar i utförande. Elva forskarrapporter har gåtts igenom och presenteras och är i bilaga 1 sammanställda.

Variationen i forskningen är stor. Olika variabler mäts och olika enheter används. Materialet i forskningen som används varierar och även mängden saltkoncentration och sammansättning. I vissa fall används endast spraysalt och i andra endast marksalt. Platsen för försöken skiljde sig från växthus, försöksfält till befintliga träd i stadsmiljö eller längs vägnätet. Ålder på lignoser varierar från sex veckor och uppåt. I vissa fall nämns inte åldern och då i de prover som gjorts i städerna.

I facklitteraturen redovisas inte alltid var uppgifterna gällande salttoleranta lignoser tas ifrån. Tre områden nämns dock: växter i kustmiljö, egna observationer och information från plantskolor.

# Referenser

---

- Appleton, B., Greene, V., Smith, A., French, S., Kane, B., Fox, L., Downing, A. & Gilland, T. (2009). Trees and Shrubs that Tolerate Saline Soils and Salt Spray Drift. *Virginia Cooperative Extension*, 430-031.
- Ashraf, M. (2004). Some important physiological selection criteria for salt tolerance in plant. *Flora*, 199 (5), ss. 361–376
- Blomqvist, G. & Johansson, E-L. (1999). Airborne spreading and deposition of de-icing salt - a case study. *The Science of the Total Environment*, 235, ss. 161-168
- Bogemans, J., Neirinckx, L. & Stassart, J. M. (1989). Effect of deicing NaCl and CaCl<sub>2</sub> on spruce (*Picea abies* (L) sp.). *Plant and Soil*, 120, ss. 203-211.
- Czerniawska-Kusza, I., Kusza, G. & Duzynski, M. (2004). *Effect of Deicing Salts on Urban Soils and Health Status Roadside Trees in the Opole Region* (Department of Land Protection). Opole: University of Opole, ss. 296-301.
- Dai, H.L., Zhang, K.L., Xu, X.L. & Y, H.Y. (2012). Evaluation on the Effects of Deicing Chemicals on Soil and Wind Environment. *Procedia Environmental Sciences*, 13, ss. 2122-2130.
- Dmuchowski, W., Baczewska, A.B., Gozdowski, D. & Bragoszewska, P. (2013). Effect of salt stress on the chemical composition of leaves of different tree species in urban environment. *Fresenius Environmental Bulletin*, 22 (4) ss. 987-994.
- Glen, C. (u.å.). *Salt tolerant plants: Recommended for Pender County Landscapes.(Urban Horticulture Leaflet 14)*. North Carolina: NC State University.
- Goodrich, B. A. & Jacobi, W. R. (2012). Foliar damage, ion content, and mortality rate of five common roadside tree species treated with soil applications of Magnesium Chloride. *Water Air Soil Pollut*, 223, ss. 847-862. DOI: 10.1007/s11270-011-0907-5
- Hanslin, H. M. (2011). Short-term effects of alternative de-icing chemicals on tree sapling performance. *Urban Forestry & Urban Greening*, 10 (1), ss. 53-59
- Hartman, John R., Pirone, Thomas P. & Sall, Mary Ann. (2000). *Pirone's tree maintenance*. 7. uppl., Oxford: Oxford University Press
- Jonsson, Thorbergur H. (2006). Terminal bud failure of black cottonwood (*Populus trichocarpa*) exposed to salt-laden winter storms. *Tree Physiology*, 26, ss. 905-914
- Kayama, M., Quoreshi, A. M., Kitaoka, S., Kitahashi, Y., Sakamoto, Y., Maruyama, Y., Kitao, M. & Koike, T. (2003). Effects of deicing salt on the vitality and health of two spruce species, *Picea abies* Karst., and *Picea glehnii* Masters planted along roadsides in northern Japan. *Environmental Pollution*, 124, ss. 127-137
- Krüssmann, G. (1982) *Pocket guide to choosing woody ornamentals: a concise manual for the correct use of woody landscape plants* (Michael E. Epp, övers.). Portland, Or.: Timber Press in cooperation med American Horticultural Society. (Original work published 1970)

- Paludan-Muller, G., Saxe, H., Pederse, L. B. & Randrup, T. B. (2002). Differences in salt sensitivity of four deciduous species to soil or airborne salt. *Physiologia plantarum*, 114, ss. 223-230.
- Percival, G. C. & Henderson, A. (2012). THE INFLUENCE OF DE-ICING SALTS ON GROWTH AND LEAF PHOTOCHEMISTRY OF SEVEN URBAN TREE SPECIES. *Arboricultural Journal: The International Journal of Urban Forestry*, 26 (1), ss.23-41. DOI: 10.1080/03071375.2002.9747316
- Percival, Glynn C., Fraser, Gillian A. & Oxenha, G. (2003). Foliar salt tolerance of Acer genotypes using chlorophyll fluorescence. *Journal of Arboriculture*, 29 (2), ss. 61-65.
- Polanco, M. C., Zwiazek, J. J. & Voicu, M. C. (2008). Respons of ectomycorrhizal American elm (*Ulmus americana*) seedlings to salinity and soil compaction, *Plant Soil*, 308, ss. 189-200. DOI:10.1007/s11104-008-9619-z
- Randrup, Thomas Barfoed & Pedersen, Lars Bo (red.) (1996). *Vejsalt, træer og buske: en litteraturundersøgelse om NaCl's effekter på vedplanter langs veje*. København: Vejdirektoratet
- Sanda, Jan E. (1993). *Rett vekst på rett sted: lignosenes egenskaper og anvendelse*. Oslo: Det norske hageselskap, i kommisjon hos Grøndahl Dreyer
- Sieghardt, M., Mursch-Radlgruber, E., Paoletti, E., Couenberg, E., Dimitrakopoulus, A., Rego, A., Hatzisathis, A. & Randrup, T. R. (2005). The Abiotic Urban Environment. I Konijnendijk, Cecil C., Nilsson, K., Randrup, Thomas B. & Schipperijn, J. (red.) *Urban forests and trees: a reference book*. Berlin: Springer-Verlag, ss. 304-306
- Stoecklein, Marc C. (2001). *The complete plant selection guide for landscape design*. West Lafayette, Ind.: Purdue University Press
- Sæbøa, A., Benedikzb, T. & Randrupc, Thomas B. (2003). Selection of trees for urban forestry in the Nordic countries. *Urban Forestry & Urban Greening*, 2 (2), ss. 101–114
- Trowbridge, Peter J. & Bassuk, Nina. (2004). *Trees in the urban landscape: site assessment, design, and installation*. Hoboken, N.J.: John Wiley & Sons.
- Tvedt, T., Randrup, T.B., Pedersen, L.B. & Gludsted, S. (2001). *Planter & Vejsalt*. [Elektroniskt] Tillgänglig: <http://curis.ku.dk/portal-life/files/20651137/vejsaltnav.pdf> (2013-11-19)
- Volkmar, K. M., Hu, Y. & Steppuhn, H. (1998). Physiological responses of plants to salinity: A review, *Can. J. Plant Sci*, 78, ss. 19-27.
- Widén, Marie & Widén, Björn (red.) (2008). *Botanik: systematik, evolution, mångfald*. 1. uppl. Lund: Studentlitteratur
- Yi, H., Polanco, M. C., MacKinnon, M. D. & Zwiazek, J. J. (2008). Responses of ectomycorrhizal *Populus tremuloides* and *Betula papyrifera* seedlings to salinity. *Environmental and Experimental Botany*, 62, ss. 357-363.

## Foto

Grains of salt, av Kevin Dooley, 2008-07-30

<http://www.flickr.com/photos/pagedooley/2769134850/in/set-72157604136727456>

Creative Commons BY 2.0

# Bilaga

---

Sammanställning av respektive forsknings utförande redovisas i denna bilaga.

## Bilaga 1

**Författare/år:** Thorbergur H. Jonsson, 2005

**Rapport:** Terminal bud failure of black cottonwood (*Populus trichocarpa*) exposed to salt-laden winter storms

**Lignoser:** *Populus trichocarpa*. Ingen ålder nämnd. Naturlig miljö.

**Typ av salt:** Aerosol

**Applicering av salt:** Aerosol

**Försökstid:** 6 år. September 1995 – Maj 2001

**Mätning:** Vatteninnehåll och kloridkoncentration i primordiabladen (bladanlag) vid knoppsättning, knoppdvalans start och slut och knoppsprickning.

**Kommentar:** Luftburen salt ger olika effekter i olika skeden i utvecklingscykeln.

**Författare/år:** Georg Paludan-Muller, Henrik Saxe, Lars Bo Pedersen and Thomas Barfoed Randrup, 2002

**Rapport:** Differences in salt sensitivity of four deciduous species to soil or airborne salt

**Lignoser:** *Acer pseudoplatanus*, *Fagus sylvatica*, *Aesculus hippocastanum*, *Tilia cordata* (skogslind). 1-2 år gamla plantor. Växthus.

**Typ av salt:** NaCl

**Applicering av salt:** substrat, blad, stam och bladärr

**Försökstid:** 6 månader

**Mätning:** Visuellt kloros och nekros på blad, Mäta Cl, Na och makroämne i blad, stam och rot.

**Kommentar:** bladsprickningstidpunkten påverkades vid applicering av NaCl på ovanjordiska delar medan där saltlösning tillfördes till substratet, uppvisade nekros/kloros och reducerad fotosyntes.

**Författare/år:** Glynn C. Percival, Gillian A. Fraser and Gavin Oxenham, 2003

**Rapport:** Foliar salt tolerance of *Acer* genotypes using chlorophyll fluorescence

**Lignoser:** 30 genotyper av *Acer*. Ingen ålder nämns. Insamlat material i Skottland.

**Typ av salt:** NaCl i olika saltkoncentrationer

**Applicering av salt:** Doppa bladen i saltlösning

**Försökstid:** Ett tillfälle

**Mätning:** Klorofyll-fluorescensvärde

**Kommentar:** Resultatet visade att det fanns skillnader i salttolerans bland genotyperna.

**Författare/år:** Glynn C. Percival & Andrea Henderson, 2012

**Rapport:** THE INFLUENCE OF DE-ICING SALTS ON GROWTH AND LEAF PHOTOCHEMISTRY OF SEVEN URBAN TREE SPECIES

**Lignoser:** *Acer campestre*, *Betula pendula*, *Ilex aquifolium*, *Juglans regia*, *Quercus ilex*, *Prunus avium* och *Sorbus aucuparia*. Ålder pluggplanta + 6 månader. Växthus

**Typ av salt:** NaCl

**Applicering av salt:** Spray på ovanjordiska delar

**Försökstid:** 14 veckor.

**Mätning:** Klorofyll-fluorescensvärde, fotosyntetisk CO<sub>2</sub>- bindning, klorofyllanalys, plantans torrsvikt och bladarea

**Kommentar:** Generellt reducerades trädens tillväxt i höjd, stamomfång, bladstorlek och omkrets. Även en minskning av grenar och bladantal noterades och skottens och rotens torrsvikt minskade.

**Författare/år:** Wojciech Dmuchowski, Aneta H. Baczewska, Dariusz Gozdowski, Paulina Bragoszewska, 2013

**Rapport:** Effect of salt stress on the chemical composition of leaves of different tree species in urban environment

**Lignoser:** *Quercus rubra*, *Robinia pseudoacacia* 'Umbraculifera', *Platanus x hispanica* och *Gleditsia triacanthos* *Tilia x europaea* 'Euchlora' Ålder inte nämnd. Gatuträd, Stadspark, Botanisk trädgård

**Typ av salt:** Vägsalt

**Applicering av salt:** Via saltning av vägarna

**Försökstid:** Ett provtillfälle.

**Mätning:** Insamling av blad. Cl, Na, Cu, Fe, Zn, Pb innehållet i bladen. Observation av hälsotillståndet på träden.

**Kommentar:** Saltstressen påverkade väldigt lite eller inte innehållet av mikroelement i bladen.

**Författare/år:** Kayama M, Quoreshi AM, Kitaoka S, Kitahashi Y, Sakamoto Y, Maruyama Y, Kitao M, Koike T., 2003

**Rapport:** Effects of deicing salt on the vitality and health of two spruce species, *Picea abies* Karst., and *Picea glehnii* Masters planted along roadsides in northern Japan

**Lignoser:** *Picea abies* och *Picea glehnii* 24 år utsatta för salt i 15 år. Längs med väg.

**Typ av salt:** Vägsalt

**Applicering av salt:** Via saltning av vägarna.

**Försökstid:** Juli och augusti 2001

**Mätning:** pH i jorden, kväve och kol innehåll i barren, P, Cl och byteskattjoner Ca, Mg, K, Na, Al, Mn i barren, träd tillväxt, barrlivslängd, mykorrhiza mängd, analys av näring i barren, fotosynteshastighet, vattenpotential, transpiration,

**Kommentar:** -

**Författare/år:** Hanslin Hans Martin

**Rapport:** Short-term effects of alternative de-icing chemicals on tree sapling performance

**Lignoser:** *Betula pendula*, *Quercus robur*, *Tilia cordata*, *A. platanooides*, *Pinus sylvestris*. 1-3 år gamla plantor

**Typ av salt:** NaCl, kalsium magnesiumacetat, kaliumformiat, tre issmältnings-föreningar.

**Applicering av salt:** Lösning på substratet.

**Försökstid:** 2,5 månad

**Mätning:** Lövfärgning, planthöjd, stamomkrets, bladens biomassa, bladens area, ny rot-tillväxt, fotosyntesen, klorofyllinnehåll, *Pinus* barrlängd, mjöldaggsinfektion graderades på *Acer*. Cl och Na analys i bladen.

**Kommentar:** -

**Författare/år:** J. Bogemans, L. Neirinckx & J. M. Stassart, 1989

**Rapport:** Effect of deicing NaCl and CaCl<sub>2</sub> on spruce (*Picea abies* (L) sp.)

**Lignoser:** *Picea abies*. 4 år gamla plantor. Fält som legat i träda.

**Typ av salt:** NaCl, CaCl<sub>2</sub>

**Applicering av salt:** På marken.

**Försökstid:** 1986-1987 (30 veckor vardera) två olika försök

**Mätning:** Jordanalys, Na-, Cl-, K-, Ca-, Mg-koncentration i barr och skott,

**Kommentar:** CaCO<sub>3</sub> (kalciumkarbonat) förbehandlad mark skapade större Cl- och Na-ansamling i granen.

**Författare/år:** Betsy A. Goodrich och William R. Jacobi, 2012

**Rapport:** Foliar damage, ion content, and mortality rate of five common roadside tree species treated with soil applications of Magnesium Chloride

**Lignoser:** *Pinus contorta*, *Pinus ponderosa*, *Pseudotsuga menziesii*, *Populus tremuloides* och *Pinus flexilis*. 5-7 år gamla plantor. Skugghall.

**Typ av salt:** MgCl<sub>2</sub>, fyra olika koncentrationer

**Applicering av salt:** Vattnas ner i substratet

**Försökstid:** 4 år (2006-2009)

**Mätning:** Tillväxt av höjd och kronvolym, barr/blad nekros och kloros, vattenpotential, koncentration i barr (2-3 år) och blad (årets) av Na, P, K, Ca, SO<sub>4</sub>, Al, Mn, Cu, Fe, B, Zn, Cl, Mg

**Kommentar:** -

**Författare/år:** Mónica Calvo Polanco, Janusz J. Zwiazek, Mihaela C. Voicu, 2008

**Rapport:** Responses of ectomycorrhizal American elm (*Ulmus americana*) seedlings to salinity and soil compaction

**Lignoser:** *Ulmus americana*. 6 månader. Inokulering av ektomykorrhiza (ECM). Växthus.

**Typ av salt:** NaCl

**Applicering av salt:** Krukorna sänktes ner i saltlösningen 3 månader efter inokulerad ECM

**Försökstid:** 3 veckor behandling av NaCl

**Mätning:** Torrsvikt av skott och rot, gasutbyte, klorofyll, knoppsprickning, fotosyntes, transpiration, bladarea, hydraulisk konduktans i rot och blad, Na-koncentration i vävnaden.

**Kommentar:** -

**Författare/år:** Huang Yi, Mónica Calvo Polanco, Michael D. MacKinnon, Janusz J. Zwiazek, 2008

**Rapport:** Responses of ectomycorrhizal *Populus tremuloides* and *Betula papyrifera* seedlings to salinity

**Lignoser:** *Populus tremuloides*, *Betula papyrifera*. Frötillväxt 7 veckor. Inokulering av ektomykorrhiza (ECM) efter tre veckor.

**Typ av salt:** NaCl

**Applicering av salt:** NaCl-lösning tillförs till substratet.

**Försökstid:** 4 veckors behandling av NaCl

**Mätning:** Torrsvikt av skott och rot, transpiration, rothydraulisk konduktans, Na, Cl i rot och skott, K, PO<sub>4</sub>, Ca, Mg näringsanalys i vävnaden,

**Kommentar:** -